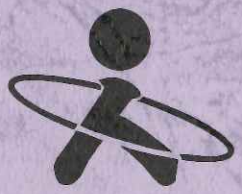
ISSN 1341-7614

2016年度
一般社団法人 日本人間工学会関東支部
第46回大会/第22回卒業研究発表会
講 演 集

Proceedings of the 46th Annual Meeting of Kanto-Branch,

Proceedings of the 22nd Graduation Thesis Presentation,

Japan Ergonomics Society



2016年12月3日(土)・4日(日)

高崎経済大学

2016年度
一般社団法人　日本人間工学会
関東支部第46回大会
講 演 集

Proceedings of the 46th Annual Meeting of Kanto-Branch,
Japan Ergonomics Society



会　期　　2016年12月3日(土)・4日(日)
会　場　　高崎経済大学
大会長　　久宗　周二

目次

大会概要・・・

日本人間工学会関東支部第 46 回大会／第 22 回卒業研究発表会

1. 会期

平成 28 年 12 月 3 日（土）～4 日（日）

2. 会場

高崎経済大学 6 号館

〒370－0801　群馬県高崎市上並榎町 1300 番地

高崎駅から大学までは路線バス又は無料送迎バスをご利用ください（詳しくは、「会場へのアクセス」「無料送迎バスについて」をご覧ください）

3. 大会長

久宗　周二（高崎経済大学）

4. 主催

一般社団法人日本人間工学会　関東支部

5. 日程

12 月 3 日（土）　一般講演、卒業研究発表会、支部委員会、支部総会、
大会企画シンポジウム、企画シンポジウム、懇親会

12 月 4 日（日）　一般講演、卒業研究発表会、高崎中心街街歩き※

※2 日目はシンポジウムはありませんが、特別企画として「たかさき昼市」を行っている高崎中心街の街歩きをします。（12 時 20 分のバスに乗っていただき、13 時半に解散予定。お茶付きです。当日に参加受付をします）

6. 参加受付

事前受付：正会員　5,000 円、　非会員　6,000 円、学生（大学院を含む）1,000 円

当日受付：正会員　6,000 円、　非会員　7,000 円、学生（大学院を含む）1,000 円

※事前参加登録の締め切りは 11 月 8 日（火）です。

※事前参加登録済参加者でも、期日（11 月 14 日）までにお振込みを済まされていない場合は、「事前割引料金」は適用されません。

※日本人間工学会の賛助会員の方は全て正会員扱いとなります。

講演集：2,000 円

7. 懇親会

高崎アーバンホテル 10F　Bamboo Moon　-バンブームーン-

〒370-0849　群馬県高崎市八島町 58 番地 1　TEL :027-322-0111

高崎駅西口　徒歩 1 分

大学から送迎バスがでます。

8. 事務局

日本人間工学会関東支部 第 46 回大会 大会事務局

〒370－0801　群馬県高崎市上並榎町 1300 番地

高崎経済大学 久宗　周二　E-mail: jeskanto46@gmail.com

～ご案内～

食堂

土曜日のみ学食がご利用いただけます。(営業時間　11 時 30 分～13 時 30 分)

休憩所

6 号館 1 階のラウンジをご利用ください。615 教室（1 日目 16:25 まで、2 日目終了まで)、613 教室（大会 1 日目の 16:00 以降と大会 2 日目）も休憩室としてご利用いただけます。

「たかさき昼市」での共同開発品や茶菓の準備をしてお待ちしています。(6 号館 1 階ラウンジに用意します)

駐車場

大学構内の駐車場をご利用ください。

喫煙場所

建物内は全館禁煙です。6 号館横の喫煙所をご利用ください。

一般演題、卒業研究発表会の発表者の方へ

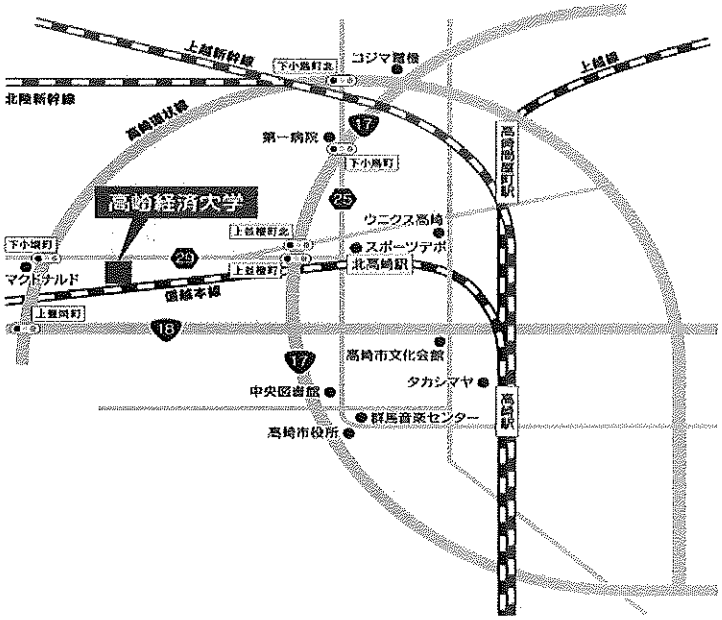
・発表時間は、発表 10 分、質疑応答 4 分、入替 1 分の計 15 分です。時間厳守にてお願いします。
・発表時間の経過をベルにてお知らせします。8 分で 1 鈴、10 分で 2 鈴、14 分で 3 鈴です。
・発表者の方はご自分の PC をご持参ください。事務局でも PC を用意しております。
・ビジュアルエイドとしてプロジェクタをご用意します。
・プロジェクタの接続にはアナログ RGB(D-Sub15)，HDMI がご利用いただけます。
・持参される PC によっては専用のアダプタが必要ですので、忘れずにご用意ください。

座長について

・座長の先生は，ご担当セッションの 30 分前までに受付をお済ませください。
・セッションの時間内にすべての発表が終了できますようご協力をお願いいたします。
・卒業研究発表会をご担当される座長の先生には、表彰関連のお願いがございます。受付にてご説明申し上げますので、よろしくお願い申し上げます。

～会場へのアクセス～

JR 高崎駅からのアクセス
路線バスの利用で、約 20 分で会場に到着します
・群馬バス：高崎駅西口バス乗り場 2 番のりば
「(本郷・室田経由) 榛名湖行」
「(経大前・本郷経由) 室田行」
「(経大前・沖経由) 箕郷行」　に乗車し、「経大前」で下車
・市内循環バスぐるりん：高崎駅西口バス乗り場 3 番のりば「3 系統　経大先回り」に乗車し、「経大前」で下車



～高崎駅と大学の無料送迎バスについて～

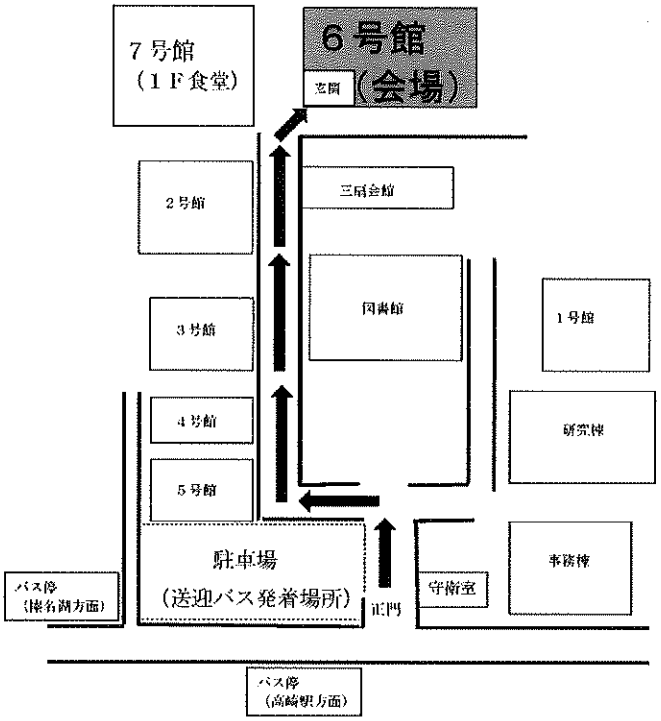
大学後援会のバスを使い、大会参加者専用で大学と高崎駅を無料で送迎いたします(各便定員 40 名)。
バスは高崎アーバンホテル 1 階ロータリーより出発いたします。
高崎駅在来線改札口前に案内の学生がおりますので、利用人数をお伝えください。発車の 5 分前に学生がバス停まで案内をいたします。
帰りは大学正門横でお待ちください（先着順)。
(定員制のため満員の場合は次のバスになります)
(所要時間は 20 分です。交通渋滞により多少遅延することがあります。)

下記が時刻になります。
12 月 3 日土曜日
高崎駅（アーバンホテル前）⇒大学:　8 時 30 分、10 時、12 時 30 分、13 時 30 分
*大学⇒高崎駅：　15 時 30 分、16 時 40 分、17 時 40 分*懇親会参加者優先*

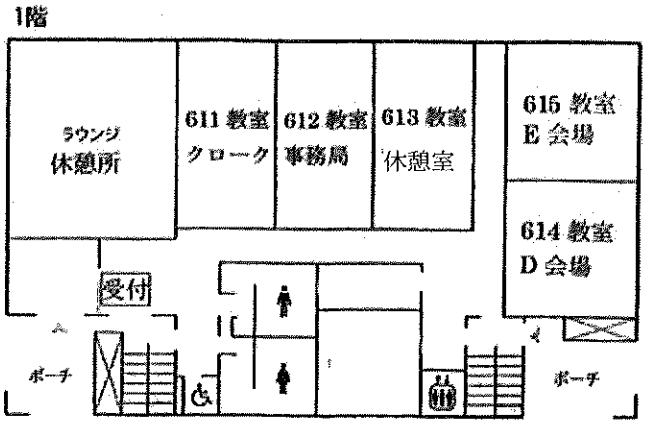
12 月 4 日日曜日
高崎駅（アーバンホテル前）⇒大学　　9 時 15 分、10 時 30 分
*大学⇒高崎駅　12 時 20 分　*セッションの終了まで待ちます*

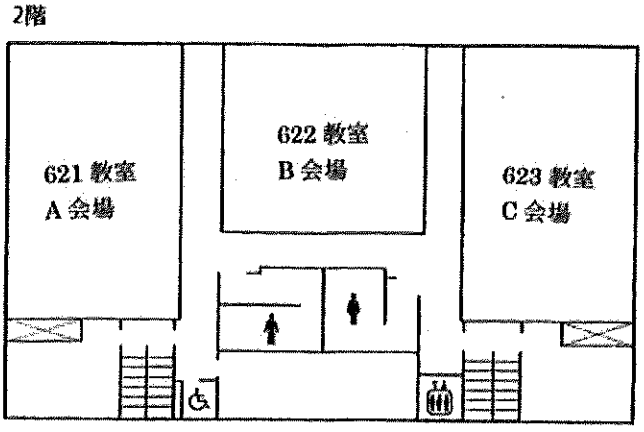
～会場案内図～

会場全体図



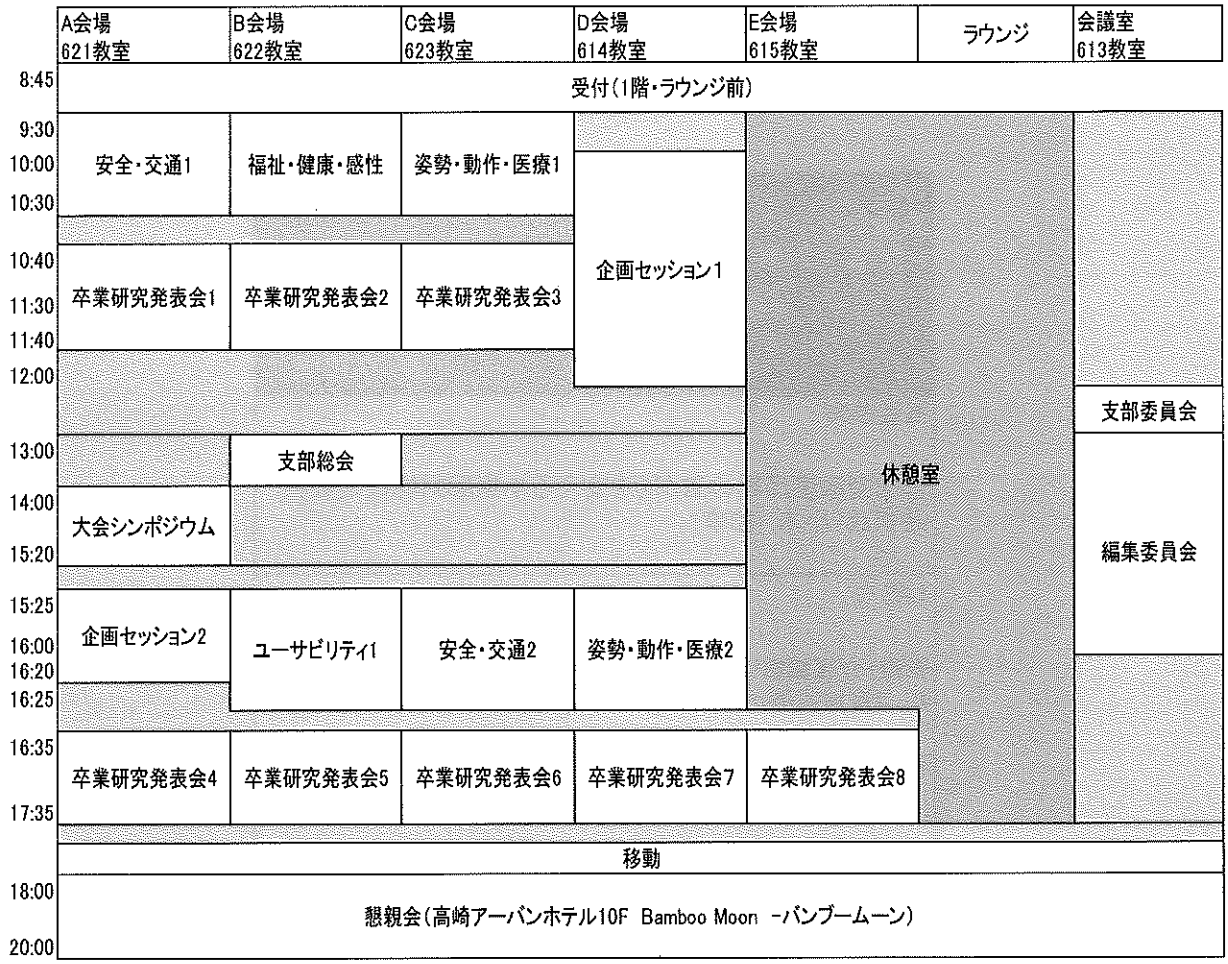
6号館
（1階，2階）



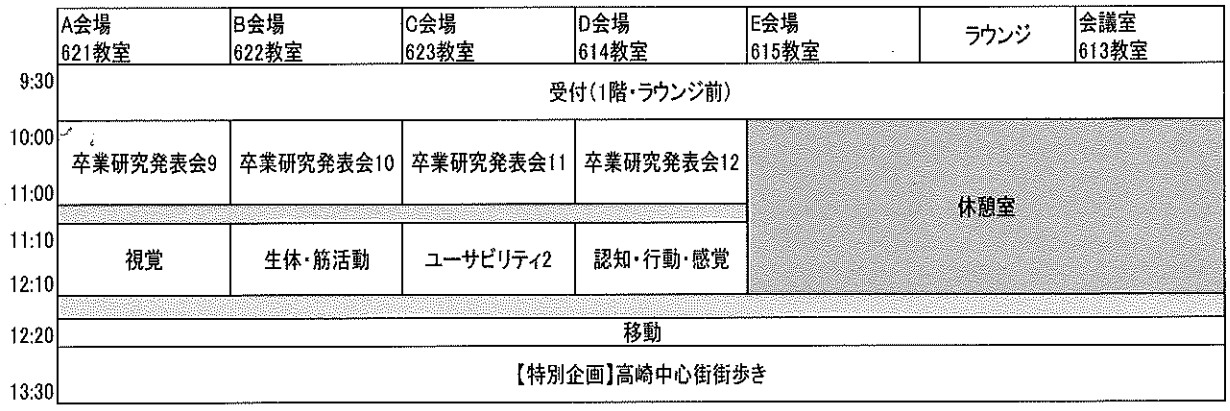


～日程・プログラム～

大会1日目　12月3日(土)　受付:8:45～　(6号館1階ラウンジ前)



大会2日目　12月4日(日)　受付:8:45～　(6号館1階ラウンジ前)



大会１日目　12月３日（土）

◇◆大会シンポジウム◆◇

1AS 大会シンポジウム〔14:00-15:20〕 A会場（621教室） 「参加型改善活動の広がり」 司会：久宗周二
基調講演 参加型改善活動の広がりを支える小集団対話技法の共通利点（小木　和孝）
1AS-1 医療・介護職場における参加型職場環境改善を支援するツール　（吉川悦子）
1AS-2 「労働組合」主導で進む建設現場改善活動（仲尾豊樹）
1AS-3 漁船の船内労働安全マネジメント事例報告（WIB式OHSMSを活用して）（坂田真一郎）

◇◆企画セッション◆◇

1P1 企画セッション1 〔10:00－12:00〕 D会場(614教室) 「良い学会誌、良い論文、良い研究」
1P1-1 学会誌の役割とは(赤松幹之・産業技術総合研究所　自動車ヒューマンファクター研究センター)
1P1-2 人間工学誌の査読制度や運営方針(近井学・産業技術総合研究所　人間情報研究部門)
1P1-3 良い論文・良い研究の基礎となる研究デザインと論文の質評価の動向(榎原毅・名古屋市立大学大学院医学研究科

1P2 企画セッション2 〔15:25－16:20〕 A会場(621教室) 「就活や仕事に役立つ人間工学準専門家の概要、取得方法とメリット」
1P2-1 人間工学専門家・準専門家の概要　吉武良治(芝浦工業大学)
1P2-2 大学院生による準専門家取得の体験談　皆川和輝(芝浦工業大学)、時田　郷(芝浦工業大学)
1P2-3 社会人による準専門家としての体験談　佐久間航(本田技術研究所)

12月3日（土）

◇◆一般発表演題◆◇　9:00-10:30、15:25-16:25

1A1
安全・交通1〔9:30－10:30〕
A会場（621教室）　座長：吉武良治（芝浦工業大学）

1A1-1 鉄道事故発生時における乗客の避難行動に関する研究	中山光成、久宗周二（高崎経済大学大学院）
1A1-2 旅客機の不時着水事故発生時における乗客の避難行動に関する研究	中山光成、久宗周二（高崎経済大学大学院）
1A1-3 旅客船の事故発生時における乗客の避難行動に関する研究	中山光成、久宗周二（高崎経済大学大学院）
1A1-4 行動分析学に基づく交差点左折行動の記述分析	高井将太、竹本雅憲、内藤貴博、北島洋樹（成蹊大学）

1B1
福祉・健康・感性〔9:30－10:30〕
B会場（622教室）　座長：松井岳巳（首都大学東京）

1B1-1 視覚障害者誘導用ブロックと床材の輝度比が視認性に与える影響	秋保　直弘、大野央人、赤塚肇（鉄道総合技術研究所）
1B1-2 印象評価尺度構成のためのクロスモーダルな知覚を示す形容品詞対の分析	堀越　尚志、勝又洋子、磯野春雄（東京電機大学）
1B1-3 分光測色計を用いたアルコールパッチテストの評価の検討	田村　京子、菅澤威仁、清水智美、大塚裕子、牛山蓮美、大徳紘也、丹波泰子、太田眞（大東文化大学）
1B1-4 エレベータの乗り心地評価に関する研究	山口　大輝、高田一、松浦慶総（横浜国立大学大学院）

1B3
ユーサビリティ1　〔15:25－16:25〕
B会場（622教室）　座長：橋爪絢子（首都大学東京）

1B3-1 消炎鎮痛テープ剤における使いやすいライナーフィルムの検討	谷津佑亮、加藤柚希、大倉典子（芝浦工業大学大学院）
1B3-2 同一薬剤の後発品を含めた外箱のデータベースの構築と解析	谷津佑亮、木村昌臣、大倉典子、土屋文人（芝浦工業大学大学院）
1B3-3 Marketing Research Online Communityの支援ツールの検討	関谷純輝、西内信之（首都大学東京大学院）
1B3-4 眼球運動の特徴によるWeb閲覧時の処理動作推定	北川智大、西内信之、山中仁寛（首都大学東京大学院）

1C3
安全・交通2　〔15:25－16:25〕
C会場（623教室）　座長：吉田信彌（東北学院大学）

1C3-1 人を行動に向かわせるための情報提供方法に関する研究―内発的動機づけに関する理論を応用して―	片山恵二郎、中西美和（慶應義塾大学）
1C3-2 夜間走行中車両のヘッドライトの視覚認知に関する研究	相田翔、武田裕司、岩木直、渡辺洋、赤松幹之、田宮高信、三林洋介（東京都立産業技術高専）
1C3-3 眼電位および頭部運動に関連する各種パラメータを用いたドライバの運転余裕評価	横尾壮一郎、乙川友佑、西内信之、茅原崇徳、山中仁寛、森島圭祐、大本浩司（首都大学東京大学院）
1C3-4 ランドマークの特性を利用した視認性評価モデル式構築手法の提案	大沼洋平、古川宏（筑波大学大学院）

（発表　10分、質疑応答4分、入れ替え1分）

1C1 姿勢・動作・医療1　〔9:30－10:30〕 C会場（623教室）　座長：瀬尾明彦（首都大学東京）	
1C1-1 高齢者後方転倒時における転倒検知指標の確立	二之宮侑樹、高田一、松浦慶総（横浜国立大学大学院）
1C1-2 着座脊柱形状と人体特性の関係の調査	太田誠、平山健太、伊藤智、櫻井篤実（株式会社本田技術研究所）
1C1-3 健常者による車いす体験がバリア発見に及ぼす影響	飯塚重善、青木亮太（神奈川大学）
1C1-4 熟練看護師における静脈血採血の穿刺手技	新村洋未、國澤尚子、小川鑛一（埼玉県立大学）

1D3 姿勢・動作・医療2〔15:25－16:25〕 D会場（614教室）　座長：佐久田博司（青山学院大学）	
1D3-1 脚立作業を想定した狭い足場上での立位姿勢動揺および筋負担評価	菅間敦、 守屋郁翔、瀬尾明彦（労働安全衛生総合研究所）
1D3-2 反復荷物持ち上げ動作評価への筋疲労モデルの適用	瀬尾明彦、坂口万喜、野沢朱那、茅原崇徳（首都大学東京）
1D3-3 動物用ハンディタイプTPR（体温・心拍数・呼吸数）同時測定システムの開発と精度検証	窪田泰斗、孫光鎬、唐澤薫、松田浩珍、松井岳巳（首都大学東京）
1D3-4 ハンドジェスチャによるポインティング操作特性に関する研究-ポインティング操作の速度波形について-	松山周平、辛島光彦、西口宏美（東海大学大学院）

12月3日（土）

◇◆卒業研究発表会◆◇ 10:40-11:40、16:35-17:35

1a2
卒業研究発表会1 〔10:40-11:40〕
A会場（621教室）
座長：菅間敦（労働安全衛生総合研究所）

1a2-1 自動車運転時覚醒低下回復のための有効刺激に関する研究	鈴木雄輝、三林洋介（東京都立産業技術高専）
1a2-2 CM音楽による人の時間認識の差異	高再宇、 勝又洋子（東京電機大学）
1a2-3 照明と音楽が人の空間評価に与える影響の研究	小山祥樹、小林幸誠、下村海、勝又洋子（東京電機大学）
1a2-4 かっこ良い女性キャラクターの色彩表現	中野莉央、井嶋祐樹、勝又洋子（東京電機大学）

1b2
卒業研究発表会2 〔10:40-11:40〕
B会場（622教室）
座長：西内信之（首都大学東京）

1b2-1 歩行補助機に用いるフレキシブルシャフトの繰返しねじり試験機の開発	中原大吾、田宮高信、三林洋介、冨田宏貴、柴田芳幸（都立産業技術専門学校）
1b2-2 母指タッチパネル操作における腱鞘炎リスクの基礎的な検討	栗原修平、三田隆広、小山裕徳、川澄正史（東京電機大学）
1b2-3 ドライアイ予防のための瞬目改善アプリケーションの開発	三浦哲史、三田隆広、小山裕徳、川澄正史（東京電機大学）
1b2-4 和音知覚に関する聴覚誘発脳磁界反応の解析	益田星汰、三田隆広、小山裕徳、川澄正史（東京電機大学）

1b4
卒業研究発表会5 〔16:35-17:35〕
B会場（622教室）
座長：茅原崇徳（首都大学東京）

1b4-1 テレビ電話コミュニケーションにおけるリアル感向上に関する研究 ～アイコンタクトの成立条件に着目して～	竹ノ内盛二、吉武良治（芝浦工業大学）
1b4-2 スマートフォンにおける片手親指スライド操作の動作特性	伊藤卓朗、吉武良治（芝浦工業大学）
1b4-3 訪日外国人を「おもてなし」する案内サインの研究～お台場全体を例に～	木村那々子、吉武良治（芝浦工業大学）
1b4-4 医薬品包装のチャイルドレジスタンスに関する基礎的研究	丸山あさぎ、三林洋介（東京都立産業技術高専）

1c4
卒業研究発表会6 〔16:35-17:35〕
C会場（623教室）
座長：田宮高信（都立産業技術専門学校）

1c4-1 高齢者向けスマートフォンUIの提案	萩原広太、佐藤雅也、川澄正史、小山裕徳（東京電機大学）
1c4-2 医薬品SP包装開封における表示表記に関する研究	林祐輝、三林洋介（東京都立産業技術高専）
1c4-3 業務引き継ぎエラー防止に関する研究～学習塾における生徒引き継ぎを例として～	川口奈央、小松原明哲（早稲田大学）
1c4-4 事故要因重要度を明確化したAcciMapに関する研究	新藤健人、小松原明哲（早稲田大学）

（発表　10分、質疑応答4分、入れ替え1分）

1c2 卒業研究発表会3 〔10:40-11:40〕 C会場(623教室) 座長:盛川浩志(青山学院大学)	
1c2-1	
電子書籍と紙書籍のユーザビリティ比較	立石大貴、矢口博之(東京電機大学)
1c2-2	
視線計測を用いた多義図形の見え方に関する研究	坂口柾、矢口博之(東京電機大学)
1c2-3	
メガネ型ウェアラブルデバイスを用いた疲れ眼の計測	深井祐輝、佐藤雅也、川澄正史、小山裕徳(東京電機大学)
1c2-4	
視線計測による映像酔いの原因解明と対策	吉村俊哉、佐藤雅也、川澄正史、小山裕徳(東京電機大学)

1a4 卒業研究発表会4 〔16:35-17:35〕 A会場(621教室) 座長:矢口博之(東京電機大学)	
1a4-1	
高齢者を対象としたアバタ媒介型見守りシステムの印象評価	横山直輝、長谷川大、佐久田博司、盛川浩志、中山栄純(青山学院大学)
1a4-2	
360度映像を用いた看護教育を対象とした危険予知トレーニング教材の開発	長尾俊輝、長谷川大、佐久田博司、盛川浩志、中山栄純(青山学院大学)
1a4-3	
運転免許保有率と歩行中及び自転車運転中事故との相関関係	高橋壮明、伊藤舞芳(東北学院大学)
1a4-4	
昼間の自転車事故と運転免許保有率の関係	伊藤舞芳、高橋壮明(東北学院大学)

1d4 卒業研究発表会7 〔16:35-17:35〕 D会場(614教室) 座長:秋保直弘(鉄道総研)	
1d4-1	
アクティブ・ラーニングのための効果的な動画作成に関する研究—アンケートと事象関連電位による評価を用いて—	高倉啓輔、船田眞里子(白鴎大学)
1d4-2	
自己表現としての服装の選択に関する研究—アンケートと事象関連電位を用いて—	中村洵太、船田眞里子(白鴎大学)
1d4-3	
ギター演奏時における事象関連電位の研究	佐藤昭平、船田眞里子(白鴎大学)
1d4-4	
視野狭窄ドライバーの心身反応に関する研究	宮本康司、三林洋介(東京都立産業技術高専)

1e4 卒業研究発表会8 〔16:35-17:35〕 E会場(615教室) 座長:小嶋高良(八戸工業大学)	
1e4-1	
介護施設における夜間巡視のための自律移動型バイタルサイン測定ロボットの開発	浅野稜平、松井岳巳、孫光鎬、益田俊樹(首都大学東京)
1e4-2	
乱数生成課題時の乱数のランダム度の評価による客観的うつ傾向判定システムの開発	高橋陸、橋爪絢子、松井岳巳(首都大学東京)
1e4-3 近赤外分光法(NIRS)を用いた口呼吸時の身体的負荷の考察—口呼吸時と鼻呼吸時の脳血流量と酸素摂取量の変化の比較—	宮地大陽、香川正幸、橋爪絢子、松井岳巳(首都大学東京)
1e4-4	
自動車運転時の実験データの解析方法	土橋央暉、菅原滉平、鳥居武史、河合隆史、三家礼子(早稲田大学)

大会１日目　12月４日（日）

◇◆卒業研究発表会◆◇　10:00-11:00

2a1 卒業研究発表会9〔10:00-11:00〕 A会場(621教室) 座長:磯野春雄(東京電機大学)	
2a1-1	
6chスピーカを用いた複数聴取者に対する同一音像提示実験	柳澤一世、武藤憲司(芝浦工業大学)
2a1-2	
MRI検査における骨伝導マイクロホンの発話音声に対する品質改善レベル算出	稲垣未知、高橋康次郎、武藤憲司(芝浦工業大学)
2a1-3	
HRVを用いたうつ傾向判定のための非接触計測システムの開発 -マイクロ波レーダーによる大腿部脈波計測の検討-	熊沢良太、橋爪絢子、松井岳巳(首都大学東京)
2a1-4	
小型ドップラーレーダーを用いた乳幼児見守りシステムの開発	小山貴大、松井岳巳、孫光鎬(首都大学東京)

2b1 卒業研究発表会10〔10:00-11:00〕 B会場(622教室) 座長:高橋雄三(広島市立大学)	
2b1-1	
騒音下における拡声器のための実時間音声加工システム	河野日向子(法政大学)
2b1-2	
近距離通信におけるBLEの有効性 ——2次元バーコード等の置き換えについて——	安東共喜(法政大学)
2b1-3	
安価で設置が容易な高感度加速度センサの製作	町田　瑛巨(法政大学)
2b1-4	
ビニール袋の取り出し易さ向上に関する研究－引き出し力の低減－	小出瑞季、上西園武良(新潟国際情報大学)

（発表　10分、質疑応答4分、入れ替え1分）

2c1 卒業研究発表会11 〔10:00-11:00〕 C会場(623教室) 座長:柴田隆史(東京福祉大学)	
2c1-1	
顔表情変化を用いた個人識別手法	松村正太郎、上岡英史(芝浦工業大学)
2c1-2	
ASMRによる作業効率改善の可能性	秦旺芳、上岡英史(芝浦工業大学)
2c1-3	
自伝的記憶想起による騒音環境の心理的改善	新坂篤史、上岡英史(芝浦工業大学)
2c1-4	
睡眠時無呼吸症候群の簡易検査に向けた装置開発—疑似いびき音の第一フォルマント周波数に血流が与える影響の検討—	鈴木優維、大柴哲郎、吉澤昌純(都立産業技術高等専門学校)

2d1 卒業研究発表会12 〔10:00-11:00〕 D会場(614教室) 座長:久宗周二(高崎経済大学)	
2d1-1	
見た目と初期操作時、使用経験の中で起こる製品に対する印象の変化	吉田香織、藤井愛、鳥居塚崇(日本大学)
2d1-2	
内省的デザインが作業意欲向上に与える影響に関する検討	木村夢菜、藤井愛、鳥居塚崇(日本大学)
2d1-3	
対象物を考慮した水玉模様のイメージに影響を及ぼす玉の大きさと玉と地の面積比に関する検討	畠山茜、藤井愛、鳥居塚崇(日本大学)
2d1-4	
臨床工学技士の透析装置不具合に対する対処行動	田中亮祐、鈴木聡、宮坂武寛(湘南工科大学)

12月4日（日）

◇◆一般発表演題◆◇

2A2 視覚〔11:10－12:10〕 A会場（621教室）　座長：武藤憲司（芝浦工業大学）	
2A2-1 頚部・視線角度が有効視野領域に及ぼす影響	乙川友佑、横尾壮一郎、西内信之、茅原崇徳、山中仁寛、森島圭祐、大本浩司（首都大学東京）
2A2-2 テレビ番組視聴時の大脳前頭前野における脳血流測定	磯野春雄、石山達也、近藤秀一（東京電機大学）
2A2-3 カニッツア錯視の知覚に及ぼす輝度コントラストの影響	磯野春雄（東京電機大学）
2A2-4 単階層メニュー項目の視覚探索行動の分析　～操作時間予測を目的として	渡部公也、小松原明哲（早稲田大学大学院）

2B2 生体・筋活動〔11:10－12:10〕 B会場（622教室）　三林洋介（東京都立産業技術高専）	
2B2-1 クリーナ使用時の身体的負荷と心理的快適性	飯野萌子、中西美和（慶應義塾大学）
2B2-2 3次元空間における人差し指を用いた指し分け領域の検証	柴山一雄、森博彦、岡誠（東京都市大学大学院）
2B2-3 脳波解析による就寝前効果音の睡眠の質への影響の考察—α 波リラックス指標と皮質・視床間連携指標の活用—	村上可法、香川正幸、橋爪絢子、松井岳巳（首都大学東京）
2B2-4 ディープラーニングによる車シートの体圧分布測定値からの特性抽出	森田隼司、加藤和人、河合隆史、三家礼子（早稲田大学）

（発表　10分、質疑応答4分、入れ替え1分）

2C2 ユーサビリティ2〔11:10－12:10〕 C会場（623教室）　座長：鳥居塚崇(日本大学)	
2C2-1	
一時的UX取得システムの入出力インタフェースの検証	横山祥平、西内信之（首都大学東京大学院）
2C2-2	
指の動きを利用したインタフェース評価手法の研究-不可能タスクにおけるユーザの状態検証-	片岡裕映、北川智大、山中仁寛、西内信之（首都大学東京大学院）
2C2-3	
明朝体UDフォントの視認評価について	矢口博之、竹下直幸、八杉淳一（東京電機大学）
2C2-4	
方位情報を活用した全天球画像教材の開発	石原佳樹、柴田隆史（東京福祉大学大学院）

2D2 認知・行動・疲労 〔11:10－12:10〕 D会場（614教室）　座長：鈴木聡（神奈川工科大学）	
2D2-1	
ヒト型シルエットが配色の記憶に与える影響	赤間章英、石橋圭太、岩永光一（千葉大学大学院）
2D2-2	
タスクに求められる巧緻性がインタフェースの操作性に与える影響: タッチ操作と空中ジェスチャ操作の比較	中村隼大、石橋圭太、岩永光一（千葉大学大学院）
2D2-3	
ネット上で行われる協調作業時に表出されるリーダーシップ行動の認知プロセス	服部知輝、高橋雄三（広島市立大学）
2D2-4	
生体センサを用いた長時間運転ドライバーの疲労評価	三箇直宏、高田一、松浦慶総（横浜国立大学大学院）

大会シンポジウム

12 月 3 日 （土）

14:00～15:20　A 会場

「参加型改善活動の広がり」

司会　久宗周二

基調講演
参加型改善活動の広がりを支える小集団対話技法の共通利点（小木和孝）

1、医療・介護職場における参加型職場環境改善を支援するツール（吉川悦子）

2、「労働組合」主導で進む建設現場改善活動（仲尾豊樹）

3、漁船の船内労働安全マネジメント事例報告（WIB 式 OHSMS を活用して）

（坂田真一郎）

参加型改善の広がりを支える小集団対話技法の共通利点

○小木　和孝*
*公益財団法人 大原記念労働科学研究所

Common advantages of small group dialogue techniques
that support the spread of participatory work improvement

Kazutaka KOGI*
*The Ohara Memorial Institute for Science of Labourr

1. 参加型改善活動の国際的広がり

参加型職場環境改善活動は、国際的に多くの国々に広がりを見せています．とりわけ、小規模職場を含む人間工学改善[1]、多業種の職場環境改善、メンタルヘルスのための職務ストレス一次予防策実施[2]など、広域の職場環境改善に参加型改善が効果的であると報告されるようになりました．

そこで、多業種にわたる参加型改善の成功事例を取り上げ、共通して設定される小集団対話の手順が、どのように具体的な改善策の提案・実施に結びつくことができているかを検討しました．

健康な職場づくりをめざす参加型改善では、改善策の提案・実施をすすめやすくする手順が重要とみとめられます．その分かり易い手順の利点を、小集団対話技法を活用しての多域改善策の学習、提案、合意形成の内容に立ち入って解明します．

2. 参加型改善における小集団対話の共通点

今、多業種で応用の進参加型改善は、最初に普及したワイズ方式（WISE, work improvement in small enterprises）とほぼ同じ基本的な手順を採用しています．ワイズ方式に準拠した参加型対話手順を用いて成果を挙げている例は次の通りです[1,2]．

- 小規模職場改善（製造・サービス業 WISE;農業 WIND; 建設現場 WISCON; 家内工業 WISH）
- 船員職場（ウィブ方式 WIB）
- 医療介護職場（ウィンク方式 WINC、ほか）
- メンタルヘルス（自治体などの職場ドック）
- 職務ストレス対策職場(管理職、IT 職など)

これら多業種の参加型改善手順は、現場条件で実施可能な改善策を選定していく基本ステップが共通しています．人間工学応用でもメンタルヘルス向上でも包括的視点で良好実践目標に取り組む点が重要です．この包括的視点を生かして、職場環境として、仕事のすすめ方、執務環境、コミュニケーション、相互支援、非定常時対策を広くとらえ、実施可能策を目標にする手順がとられます．

3. 小集団対話が改善実施を支える利点

3.1 参加型改善の簡明な手順

これらの参加型取り組みによる多領域改善では、共通手順として、広域にわたる職場環境改善の良好実践を目標にする点と改善策提案用にアクションチェックリストの活用が核になっています．この両面の活用を活かしたのが、小集団討議を行うさいに、まず自職場にある「良い点」を討議し、その討議後に自職場で実施可能な「改善点」を討議する手順です。このことにより、改善策の範囲と可能策の見通しがよくなり、改善計画の合意づくりとすぐの実施に結びつくことができやすくなると認められます．この手順を図１に示します．

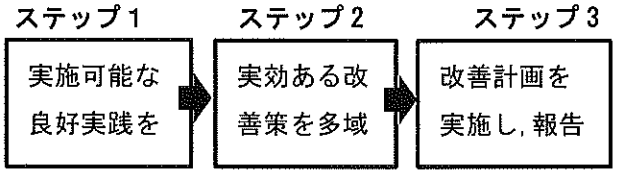


図 1. 実施可能な多域改善策を提案合意する手順

こうした簡明な手順は、今職場の安全健康リスクマネジメントの共通有効ステップとされている Plan-Do-Check-Act サイクルに相応しています．

[ステップ 1] Plan—すぐできる良好実践をめざす
[ステップ 2] Do—リスク低減に有効な多面策合意
[ステップ 3] Check+Act—実施成果を見直し継続

つまり、手順が簡明で取り組みやすいと同時に、多領域に目配りしながらリスク低減に効果ある改善策を提案していける手順になっているのです．このことが示すように、わかりやすい手順を追うことにより、安全健康向上に役立つリスクマネジメントを実現していることが大きな特質です。

3.2 小集団討議を容易化するツールの活用

実効ある多域改善が小集団討議をふまえることで容易に提案でき、合意形成されていく経緯に共通して寄与しているのが、使いやすい対策指向ツールの活用であることが指摘できます．その中核ツールとなるのが、「アクションチェックリスト」です．このチェックリストは、「アクション」と題しているように、改善アクションを列記してある独特のリストで、その改善アクションの中から現場ごとに見合った実施可能策を選んで提案するためのツールとして用いられます．その実施可能策として、現場条件で達成されている良好実践事例が容易に想起できるよう低コスト改善策として表現されています．この具体策提案用アクションチェックリストとセットで用いられ

るのが、良好実践事例写真とグループワーク結果記入シートです。表１にそのツール機能を示します.

表 1. 参加型改善の小集団討議用ツールのセット

基本ツール	例示	用途
1. 良好実践事例	・多域良好例写真	目標事例提示
2. アクションチェックリスト (ACL)	・WISE 職場 ACL ・メンタルﾍﾙｽ ACL ・医療職場 ACL ・職場ドック ACL	多領域にわたるすぐ実施できる改善策の提案
3. グループワーク用シート	・討議結果シート ・改善計画シート ・改善報告シート	通常 3 提案までの簡明表記 (報告に前後写真)

これらのツールの使用目的は、あくまで小集団討議を円滑に多領域から少数の改善策を提案・実施しそれを相互に共有するためです.3 種のツールをセットとして利用することにより、図 1 に示した改善ステップを順を追って遂行できます.

多域の改善策提案を容易化する上で、アクションチェックリストは、きわめて有用です. 例えば現状でメンタルヘルスのためと参加型職務ストレス一次予防に多くの業種で部分改訂しながら用いられるようになったメンタルヘルスアクションチェックリストは、表２の６域を対象にしています.

表 2. ﾒﾝﾀﾙﾍﾙｽアクションチェックリスト内容

改善領域	低コスト改善策の例
A. コミュニケーション	・小ミーティング開催 ・行事表など情報共有
B. 仕事休みのバランス	・ノー残業デーなど ・休憩・休暇の確保
C. 仕事のやりやすさ	・保管整理, 肘高作業 ・ラベル、ミス防止
D. 作業環境の整備	・快適な作業環境 ・衛生設備、休憩室
E. 職場内の相互支援	・相談しやすい条件 ・懇談、交流の場
F. 安心な職場のしくみ	・健康向上情報提供 ・救急措置、心のケア

3.3 職場ごとの参加型改善策実施の推進者研修

いずれの参加型改善でも、その手順習得のための対象労働者の研修をごく短時間で行うようになったのが最近の顕著な動向です. この研修は、職場で行う小集団討議の実際をアクションチェックリストなどのツール利用を含めて 1～数時間で実習します.

この短期研修の有効性をよく示すのが、今普及している職場ドックにおける各職場の推進担当者（ボランティア）の研修です. 図 2 に研修から職場検討会（現場労働者の小集団討議）の開催支援、改善実施から報告までのバックアップの経緯を示します.

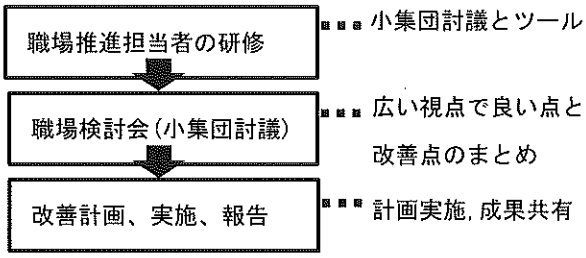


図 2. 職場ドックの推進担当者の研修とその役割

4. まとめ：参加型職場環境改善への期待

参加型改善を手際よく行うための 2 つのコツは、小集団対話の簡明な手順のもつ利点を生かして、(1)良好事例から幅広く学ぶことと、(2)ステップバイステップの改善策提案・実施を支援する点です. 運営上の制約（経営側合意、職場討議時間の確保、段階的改善の了解）はツールで容易化できます.

国際文献から科学的根拠をもつ有効な職場環境改善のすすめ方をまとめたガイドライン（表 3）に異業種の参加型改善手順がよく適合していることからも、今行われている簡明な手順による参加型改善が有効であることが検証できます[3].

表 3. 科学的根拠による職場環境改善ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ[3].

科学的根拠の領域	ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝの内容
良好事例の活用	対象職場にある良好実践に学び、実施可能策を強調
労働者参加型の企画	小集団討議の取り組みを推奨し、参加する機会を作る
多面多重リスクに目配り	多面にわたる心身負担状態への改善を広く取り上げる

多業種で成功している参加型改善の手順が、ツール使用を含めて上記ガイドラインと基本的によくマッチしていることは、その参加型手順を応用した働きやすい職場づくりを広く進めていくことが期待できることを明確に示しています.

5. 文献

1)Khai TT, 川上剛,小木和孝(吉川悦子ほか訳)：これでできる参加型職場環境改善, 大原記念労働科学研究所, 2016.
2)吉川徹,小木和孝(編):ﾒﾝﾀﾙﾍﾙｽに役立つ職場ドック, 大原記念労働科学研究所, 2015.
3)吉川徹ほか：科学的根拠に基づいた職場のメンタルヘルスの第一次予防のガイドライン, 産業ストレス研究,20, 135-145, 2013.

[連絡先]
小木　和孝
e-mail：k.kogi@isl.or.jp

1AS-1

医療・介護職場における参加型職場環境改善を支援するツール

○吉川悦子

東京有明医療大学

The design and use of practical tools for promoting participatory workplace improvement in health care work

Etsuko YOSHIKAWA*

*Tokyo Ariake University of Medical and Health Sciences

1. 医療・介護従事者を取り巻く環境

2015 年の労働力調査によると、医療福祉分野の就業者数は 784 万人で、全産業の中で最も就業者数が増加している分野[1]であり、今後も少子高齢化、核家族化を背景に、医療・介護職の需要が高まることが予測されている。一方、医療・介護従事者の労働環境は、医療の高度化・先進化や多様化する対象者ニーズへの対応を求められ、年々その過密性・過酷さを増している。筋骨格系障害、長時間労働・慢性疲労、メンタルヘルス不調など医療・介護従事者は心身の健康を常に脅かされる環境にさらされ、バーンアウトや早期離職による慢性的な人員不足、給与や休日休暇の確保などの処遇など、医療・介護従事者を取り巻く環境をますます深刻な状況にしている。

一方、2016 年の改正医療法において、医療機関での勤務環境改善マネジメントシステム導入が推奨された。都道府県単位で設置された都道府県医療勤務環境改善支援センターによるサポートやウェブサイト「いきいき働く医療機関サポート Web」による情報提供など医療従事者が健康で安心して働くことができる職場環境の整備を目指し、「雇用の質」向上の仕組みづくりが検討されている。

このような社会状況の中で、安全・安心で質の高いサービス提供を実現するためには、医療・介護従事者がいきいきと働き続けることのできる職場環境づくりを支援することが喫緊の課題である。そこで、医療介護職場で活用できる、働きやすい職場環境づくりを支援する実効性の高いツールとして、「医療・介護職場における人間工学アクションチェックリスト」を開発したので報告する。

2. 医療・介護職場における人間工学改善アクションチェックリストの開発

医療・介護職場における人間工学改善アクションチェックリストは、2010 年から人類働態学会と国際人間工学会連合（International Ergonomics Association, IEA)との協働プロジェクトで開発が進められている「ヒューマンケアワークの人間工学チェックポイント」[3]を基盤としている。このチェックポイントは 10 領域の改善技術（図 1）、全 60 項目から構成されており、作業負担、労働時間、チームワーク特性、心理社会的ストレス要因、作業編成を含めた幅広い人間工学領域をカバーしており、医療・介護現場で実用性の高い包括的な良好事例をとりあげている。既存の医療・介護分野での改善ヒント集などと比較しても、現場ですぐに実行可能な多領域の対策を含んでいる。一方、様々な職種・業種で応用されているアクションチェックリストと比較すると、改善技術領域数が多く、複雑で難易度が高いとの印象を与えてしまうことなどが課題として挙げられる。また、近年注目されているストレス対策、そして小規模事業場への応用も視野に入れると、包括的な視点を含みながら、より簡便で使いやすいツールとしてシンプルに設計することが重要である。

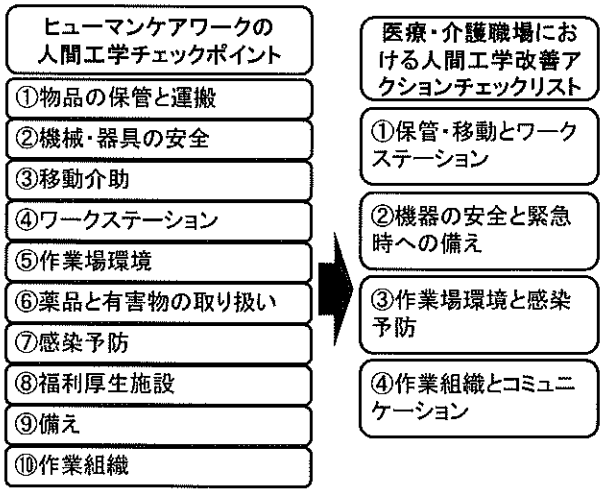


図 1 ２つのツールの改善技術領域

このような基本コンセプトを念頭に、医療・介護現場での職場環境改善の経験を有する人間工学、医学、看護学の研究者による検討会を行い、安全で健康に働き続けることのできる医療・介護職場環境づくりを支援する実効的なツールとしての「医療・介護職場における人間工学改善アクションチェックリスト」を開発した。本チェックリストは、図 1 に

示す通り改善技術領域を4つに絞り、チェックリストの項目も24項目とし、限られた時間の中で幅広い視点から医療・介護職場を振り返ることができるアクションチェックリストの構成を工夫した。また、チェックリストから改善計画の立案につなげやすくするために、チェックリストで職場を振り返った後に、働きやすい職場づくりに役立っている良い点と改善すべき点をまとめるための記入欄を設け、グループ討議のためのワークシートや、改善の計画や報告のための書式も備え、改善のイメージを助ける良好事例写真集をセットにしたツールとした。

3. 現場応用のための検討

3.1 人間工学専門家らを交えた意見交換

第57回人間工学会（於　三重県立看護大学）において、「医療・介護職場における人間工学的改善のすすめ方」と題した特別ワークショップを開催し、医療・介護職場における人間工学改善アクションチェックリストなどのツールを実際に活用して、参加者20名とともにグループ討議や演習を行った。参加者は、医療・介護職場で働く実務者や研究者など様々な背景を持つ者であったが、一定の時間の中でチェックリストを用いながら自職場を振り返り、働きやすい職場に役立つ良い点と改善点を小グループによるディスカッションでまとめ、共有することができた（表1）。

表1　グループ討議の結果（良い点・改善点）

良い点	改善すべき点
・安全な通路確保 ・業務スケジュールの情報共有 ・職員向けの交流やレクリエーション ・保管方法の工夫 ・手洗い手順の確立 ・消火設備の整備 ・立って入力ができるPC用の台の設置 ・申し送りのための相互支援	・ストレス対策研修 ・懇談の場を設ける ・消火設備の見直し ・自然災害への備え ・個室で休憩できるように設備を整備する ・患者移乗の手順を決める ・簡単に自分たちでできる掃除を行うことによって衛生面を改善する

3.2 看護管理者による意見交換

医療機関等の看護管理者45名に実際に医療・介護職場における人間工学改善アクションチェックリストを用いて自職場を振り返ってもらい、職場の良い点と改善すべき点を小グループでディスカッションした。それぞれ異なる施設から参加している参加者であったが、合計60分の時間の中で、チェックリストを使い、グループ討議で意見交換し、その結果を全体に発表して共有することができた（表2）。

参加者からの意見では、「ツールを活用して、自職場でも職場環境改善の取り組みを進めたい」「自分たちの職場環境では様々な取り組みがすでに取り組まれていることが確認できた」「他の施設での工夫を聞くことができて参考になった」などが挙げられ、開発したツールをグループ討議で活用することで、自職場の環境を幅広い視点で振り返るだけでなく、その強みも含め、改善への道標ができていることが確認できた。

表2　改善領域ごとのグループ討議結果

改善領域	良い点 （）グループ数	改善点 （）グループ数
仕事のすすめ方	多段の棚設置、カート使用、針の安全な取り扱い　(6)	保管庫の整理、作業台の高さ工夫、安全な配線　(6)
作業場環境と感染予防	感染管理手順 手洗い手順　(5)	ベッドサイドの照明確保　(1)
作業組織	緊急時の対策 カウンセリング等ストレス対策の実施　(3)	休憩時間確保、緊急時対応手順整備、ストレス研修実施　(6)

以上、2回の現場応用のためのツール活用を通して、今回開発したチェックリストやワークシートが、限られた時間の中の小グループ単位での検討と共有で、働きやすい職場づくりに役立つ具体的な改善提案が検討できることが確認できた。今後はこれらのツールを活用しながら、医療・介護職場での働きやすい職場環境づくりに向けての効果評価を含めた介入研究の実施、現場応用を助けるマニュアル開発を進めていく必要がある。

5. 文献

1) 総務省統計局. 平成27年労働力調査 [cited 2016年11月10日]. Available from: http://www.stat.go.jp/data/roudou/index.htm.
2) 厚生労働省. 医療従事者の勤務環境の改善について [cited 2016年10月10日]. Available from: http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/iryou/quality/.
3) 真家和生・吉川徹・小木和孝・吉川悦子ほか：人のケア作業人間工学 チェックポイント編集の試み, 第47回人類働態学会全国大会抄録集, 96(11.Jun.2012), 64-65,2012.
4) 吉川悦子：医療・介護職場における人間工学改善アクションチェックリスト，労働の科学，71(7)，400-404，2016.

[連絡先]
よしかわ　えつこ
e-mail：yoshikawae@tau.ac.jp

「労働組合」主導で進む建設現場改善活動

○仲尾豊樹*
*特定非営利活動法人東京労働安全衛生センター
Work Improvement in Small Construction Site by trade union initiative in Japan
Toyoki　Nakao*
*Tokyo Occupational Safety and Health Center

【背景】

厚生労働省平成27年度統計によると、建設業の死亡災害は327名で全体の33.6%を占め第一位であり、一度に三人以上が被災する重大災害も、111件（39.9%）と第一位である.また石綿関連疾病の労災補償1052症例中、建設業が占める割合は550症例（52.3%）で第一位である.建設業の労働災害対策は国の重要課題であり、現在進行中の第12次中央労働災害防止計画においても重点課題として取りあげられている.

建設労働者の多くは一人親方・個人事業主であり、法的に労働者性が認められない場合も多い.一般住宅の建設・改修・解体現場は、土地や作業スペースが狭く、制約された条件下で、不自然な姿勢での作業が強いられる.転倒転落、機械による捲き込まれ、腰痛、接着剤や塗料の中毒、じん肺・アスベスト関連疾患など多領域の安全健康リスクに囲まれている.

建設労働者の産業別組合である、全国建設産業労働組合総連合東京都連合会（組合員数13万3千人、以下東京都連と標記）は、2002年以来、一人親方・個人事業主を対象にした参加型建設現場改善活動プログラムを開発・実践して、建設業の安全と健康対策に寄与している。最近では本プログラムをより簡素化・より実際的なものに改編する活動を行って、現場改善活動活性化に努めている.

【方法】

一人親方や個人事業主が加入する東京都連が、「建設現場改善活動」と名付けた、半日の安全衛生トレーニングを開発し、各労働組合に提供する.本トレーニングは、各労働組合単位で実施し、①建築現場訪問、②グループ討議による良好事例と改善対策の提案、③訪問した工務店への報告、を含む.

安全衛生トレーニングに使うトレーニングキットとして、現場の良好事例に着目した「建設現場改善活動アクションチェックリスト」を作成し、必要に応じて改善する.

東京都連は、「建設現場改善活動」を安全衛生活動方針として定期大会ごとに確認し、毎年実施する安全大会において、現場改善活動の報告を行う.また、各労働組合が実施する安全衛生大会等で、建設現場改善活動を紹介し普及を図る.

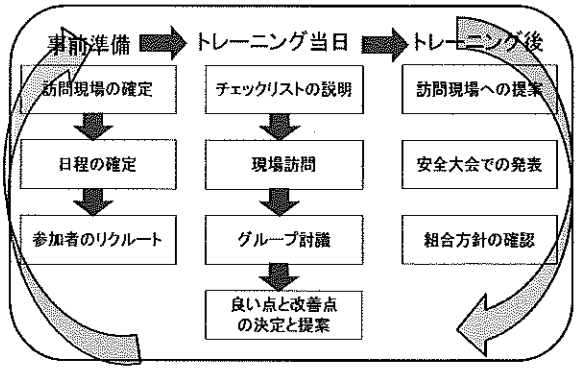


図1　建設現場改善活動の流れ

【結果】

現場改善活動トレーニングの方法を示したパンフレットを印刷・配布した.各組合は、7月全国安全週間や10月労働衛生週間に合わせて訪問現場を確定し、10名前後の参加者を募って現場改善活動トレーニングを実施している.（図1）

本活動を進めるにあたって強調したことは、①現場には必ず良好事例が存在しているので、まずよい事例を学ぶことを心がける.②安全衛生の法基準に違反している点等は、悪い点として指摘するのではなく、改善点として指摘し、改善対策を提言する.③完璧な改善ではなく、低コストの、効果的な改善を実施することを目指した.

建設安全衛生では、労働基準監督署や低層住宅建築工事関係の協議会等が、抜き打ちの安全パトロールを行っており、東京都連も参加している.抜き打ち安全パトロールは、法令違反に対して是正指導が出されることもあるので一定の効果はある.しかし、問題指摘型のパトロールであるため、現場の積極性を引き出すには不向きである.その点、現場改善活動は、仲間である労働組合員が主体となって、訪問した現場の良い点を見つけることを強調するので、お互いの励みになることが出来る.

東京都連は14の建設労働組合から成り立っているが、本活動を毎年実施しているのは4～5の労働組合であり、まだ少数である.このため2年前から東京都連の安全衛生部会では、現場改善活動のトレーニングキットの改編作業を進め、多くの組合が本活動を取り入れることを目指している.

トレーニングキットは、アクションチェックリストとトレーニングマニュアルを含む.アクションチ

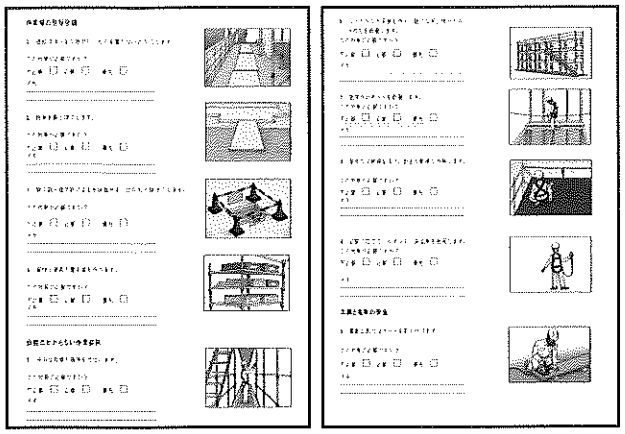


図2　アクションチェックリスト第3版

ェックリストは、この12年間で改正が継続的に行われ、現在第3版が出来上がった.（図2）第1、2版では50項目であったものを、2014年の安全衛生研修で30項目にしてイラスト化した. アクションチェックリストは、作業場の整理整頓、負担のかからない作業姿勢、高所作業での事故予防、工具と電気の安全、作業環境の改善、福利厚生とチームワークの6領域からなり、多領域の改善を目指そうとしている.

また本年度定期大会では、「改定版のチェックリストの活用を図り、全組合・支部で現場トレーニングを実施することを目指します。あわせて、各組合で現場改善を進めるリーダーの養成に引き続き取り組みます。」との方針を決議している. 安全大会では、現場改善活動の実践発表を行い、毎年3組合程度の報告が行われている.（写真2）

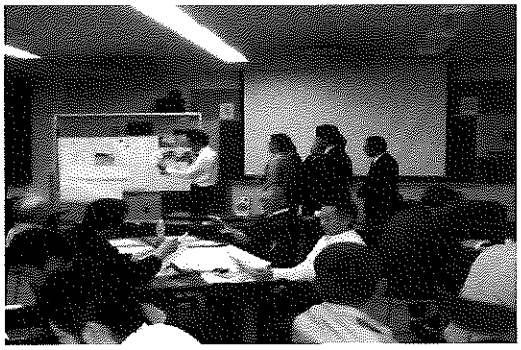


写真2　安全大会で現場改善活動を報告



写真3　組合傘下事業場での参加型研修

当センターのトレーナーを、各労働組合や、労働組合傘下の事業場に安全衛生講師として招き、参加型改善手法の研修会を行う（写真3）、改善前後の写真を比較して、「改善成果発表会」で報告する等も活発に行なっている.（写真4）



写真4　改善前後を比較した改善報告事例

【結論】

労働安全衛生法第一条は、労働災害の防止のためには、「自主的活動促進の措置を講ずる」ことが、危険防止基準の確立、責任体制の明確化と共に基本的な目的であると述べている. 建設現場における労働災害は、依然として日本の労働災害において大きな割合を占めており、重層的な下請け構造を底辺で支えている1人親方や個人事業主に対して、効果的な自主的な安全衛生予防活動を提供することは重要である.

建設労働組合主導で行われている、建設現場改善活動は、労働組合によって企画され、低コスト改善に焦点を当てた良好実践事例を強調し、仲間同士のグループ討議によって、対策を見つけるという手法を取っており、自主的活動を担うツールとして注目すべきものと考えられる.

本年度は、12月の安全衛生研修を通じて、トレーニングマニュアルの整備、トレーナー養成が計画されており、今後の発展が期待される.

文献

1）WISCON International Labour Office; The Institute for Science of Labour, Tsuyoshi Kawakami, Ton That Khai January 2003

2）建設現場改善キット　全国建設労働組合総連合東京都連合会　2004年4月

〔連絡先〕

〒136-0071 東京都江東区亀戸7-10-1　Zビル5階

（特非）東京労働安全衛生センター

仲尾豊樹　E-mail: tnakao@toshc.or

1AS-3

漁船の船内労働安全衛生マネジメントの事例報告

—WIB 式 OSHMS を活用して—

○坂田真一郎*，久宗周二**

*国土交通省中国運輸局及び筑波大学大学院システム情報工学研究科，**高崎経済大学

Example report of the occupational health and safety management in the ship of the fishing vessel

-Utilize WIB-type OSHMS-

Shinichiro SAKATA*, Shuji HISAMUNE**

* Land, Infrastructure and Transportation Ministry and University of Tukuba Graduate School of System and Information Engineering, **Takasaki City University of Economics

1.はじめに

船員労働災害の発生率は ,平成 26 年度の船員の休業 4 日以上の一般船舶の労働災害発生率は労働者千人ごとに 7.3 人であり,全産業 2.3 人の 3 倍となっている.また ,平成 26 年度において ,漁船船員は千人率で 14.2%であり,一般船舶の 7.7%と比較して 2 倍程度となり,高い発生率になっている.国は ,昭和 42 年に船員災害防止活動の促進に関する法律の第五章で船員災害防止協会を規定して,船員災害の防止を目指した.同協会発足当時の昭和 42 年度と平成 26 年度を比較すると,災害が約四分の一に減少した.しかしながら,最近の減少率は横ばいで推移している[1].この状況に対し ,国土交通省などでは,船内労働安全衛生マネジメントシステムなどを推奨しているが,動員する陸上職員の数も不足しており,煩雑な記録の整理やその分析などは規模の小さな会社の業務としては多すぎるなどの指摘がある.継続的に災害防止を行い,かつ小さな規模でも導入が容易な安全衛生に関するマネジメントシステムが求められていた.そこで,運輸安全マネジメントシステムを参考として,長期的な理念を掲げ,短期的に目標を立て,その目標に向けて計画を立て,実行・チェック・振り返りを実行する方法を提案することは,労働災害を防止するために極めて有効であると考えた.新たな災害対策として注

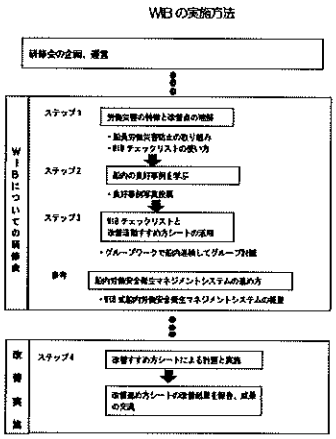


図 1　WIB の実施方法

目されている手法の一つに,船内自主改善活動(Work Improvement on Board,以下 WIB とする)がある.開発者の久宗によると,4 つのステップを踏むことで講習会を構成している.[2]それらを発展させて,著者らは ,漁船対応型のマネジメントシステム ,すなわち WIB 式船内安全衛生マネジメントシステム（WIB 式 OSHMS）を考案した.

2.WIB 式 OSHMS を浜田市の漁業会社への導入

船員災害防止協会のマネジメント導入際の問題点を前述したが，個々の事業者の問題点について考えてみる.一例として,島根県浜田市の漁業会社の現状を示す.船員法 111 条の報告では，浜田市の漁業会社が災害の項目で島根県全体の三分の一を占めていた.会社は災害逓減への工夫をしているものの,災害の減少の傾向は横ばい傾向であった.そこで,前章の WIB 式 OSHMS を事業者に提案したところ,協力を得た .

3.目的

事業者は漁業会社には,既に WIB 船内自主改善活動の講習は実施している.しかし,船員の自主的な改善活動をするためには,人件費,資材の提供を船舶所有者が行わなければ,いくら現場から改善案が提案されても船員が継続的な改善活動を行うことはできない.そこで,WIB 式 OSHMS を導入して,次の①から③までを目的として導入をおこなった.①浜田市の漁業会社の船員災害を抑制すること,②経営トップからの指示の下で,労働災害抑制システムの構築,③災害の原因の分析を検証する.

4.方法

船員に対しては，短時間で簡単改善ができる WIB 講習を再度受講させ,その際に、目標を掲げ計画・実施・記録・見直しの PDCA システムが.WIB 式労働安全衛生マネジメントシステムを理解させる．その後,約 1 年間程度期間で WIB 式 OSHMS を実施する.(1)（P）最初に WIB 式 OSHMS 様式に，方針の表明・推進メンバー役割と責任・安全衛生目標・活動計画（実施頻度,時期）に船舶所有者等に記入させる.(2)責任者を通じて,船員に周知する.(3)船内等でミーティング等を行い船内にその書類を掲示する.(4)（D）WIB 講習を含めて,計画を実施していく.(5)実施の記録を取る.(6)（C）振り返りを行い、（A）見直して改善を行う.上記(1)から(6)を実施した後に,WIB の様式に記入し船員に展開する.

5.結果

実施した結果を WIB 式労働安全衛生マネジメン

トシステムの手順にしたがって示す。方針の表明(1)船内労働安全衛生方針「安全で安心して働ける職場環境の構築,推進メンバー役割と責任(2)システム担当社の役割,責任及び権限「社長統括安全衛生管理者）責任者（事務局,システムの監査）,船長」,安全衛生目標(3)船内労働安全衛生目標「労災減少のために点検と改善の推進」,活動計画を「ミーティング月1回,職場点検年二回,改善の実施年数回,講習会年1回,災害発生時の原因調査と改善手順」を記入し,会社はこの方針表明及び計画のWIB様式を事務所内と船員がじっくり見てもらえる場所として船舶のトイレに貼付した.計画の実施は,ミーティングは取締役会の実施に併せて行い,職場点検については,WIB 講習と併せて行い,その際に改善の実施も改善のすすめ方シートを利用して実行した.記録は,各自で保管していた.また,改善のすすめ方シートで提案のあった滑り止めを実施した,併せて,船員一人ひとりに改善についてヒヤリングを記録した.災害発生時の原因調査及び改善手順については,船内のハザードマップを作成し,過去の船員災害についても分析を行いった.その結果,極端に災害が増えた年度の要因として,特定の船員の一人が一年に数回も災害にあった事実がわかった.最後に活動内容の確認と次の活動への中で,振り返りミーティングで1年間の評価は「ややできた」に留まった.ミーティングは月1回 ,職場点検はWIBを二度実施し,改善の実施は随時行っ



図２　トイレの壁への方針表明の貼付

た.講習会についても年に1回WIBを行った.災害発生時の原因調査及び改善手順の制定には,「入港時,事務員により危険箇所の聞き取りを随時実行する.危険箇所のある場合には,即改善する,ハザードマップを作成し危険箇所を留意させたと」ある.次の活動へ(振り返り）であるが,負傷はあったが,設備の不備によるものは無く,気象によるものなどが多かったために階段から滑った者がいたので ,長靴を新調するように勧め,取り替えた.ヘルメットの着用はされているが,ライフジャケットの着用が徹底されていない様子だった.(よくすべき点)については ,ライフジャケットの着用を徹底すること,腰痛発生の抑制を次の目標にしている.

監督者に協力により船員にアンケート調査行ったところ,WIB 講習については,実際に船を使用した点検は非常に役に立った.さらに,WIB 式船内安全衛生マネジメントシステムの導入で船員が安全に気を配るようになった.「WIB式船内安全衛生マネジメントシステムの実施で計画・実行・確認・見直しの仕組みが理解できましたか.」についてはよく理解できたとの回答であった.「WIB式船内安全衛生マネジメントシステムの実行はあなたにとって役に立ちましたか」の問いに対して非常に役に立った旨の回答があった.怪我の分析として,ベテランより新人が目立つため,新たな乗船者に注意喚起を強化することを心がけると回答を得られた.

6.まとめ

WIB式OSHMSの導入の目的で,①から③について効果の考察を行う.①の船員災害を抑制することについては,設備の不備によるものは無くなったという点は効果があったと考える .設備不備は漁網のロープ等が切れて過去に長期休暇を取ったものが少なからずいた,その際は自己の不注意に比べて罹災による休暇が長引く傾向があった.②の経営トップからの指示の下で,労働災害抑制システムの構築については,事務所と船内トイレなどに掲げて,理念と方向性を示しており,船員に労働災害の抑制を印象づけたといえる.アンケート調査においても船舶の安全には導入前と比べて気を配るようになった旨の回答があったので,船員に安全を意識させるのには効果が大きかった.③災害の分析では,ハザードマップを作成し船員にその箇所を示すことで同様の災害を防ぐことができた.ヒヤリング等でリスクを分析し新人の教育について力を入れるとしている点も導入後のPDCAシステムが回っていると考える.最後に安全文化を考える上で,浜田市の漁業会社が行ったように,トップダウン方式である従来の安全マネジメントシステムとWIB船内自主改善活動により船員全員が改善を提案して行うボトムアップシステムを組み合わせるWIB式労働安全衛生マネジメントシステムは 相乗効果が確認できた.このシステムは, 労働安全衛生法の精神である,自主的活動の促進に沿って,責任体制の明確化（トップの責任）自主的活動の促進（ボトムアップ）の具現化であるといえるであろう.

7. 文献

1)中国運輸局管内における船員災害疾病発生状況報告書平成 26 年度,広島船員労働安全衛生協議会,P9,(2016)
2)久宗周二:参加型自主改善活動のすすめ　－自主的な労働安全衛生の実施を目指して－, 創成社, P22 (2016)

謝辞

WIB式OSHMSにご協力いただき,株式会社浜田あけぼの水産の室崎社長様と丁寧に情報をまとめていただいた同社の谷口様に感謝いたします.

[連絡先]
さかた　しんいちろう
e-mail：u04gkeb308@hi3.enjoy.ne.jp

企画セッション

12 月 3 日（土）

10:00～12:00

D 会場　企画セッション 1

15:25～16:20

A 会場　企画セッション 2

企画セッション1

12月3日（土） 10:00－12:00 D会場

主催 人間工学誌編集委員会

「良い学会誌，良い論文，良い研究」

1．「学会誌の役割とは」 （赤松幹之）

2．「人間工学誌の査読制度や運営方針」 （近井学）

3．「良い論文・良い研究の基礎となる研究デザインと論文の質評価の動向」（榎原毅 ）

1P1

人間工学誌編集委員会企画セッション
「良い学会誌，良い論文，良い研究」

■日時：2016 年 12 月 3 日（土）10 時～12 時
■場所：高崎経済大学 6 号館

【概要】

「人間工学」誌編集委員会企画として，良い学会誌，良い論文，良い研究について会員の皆様と考えるシンポジウムを企画しました．学会誌は会員が良い研究をするための情報を学術コミュニティに提供し，発表する場として位置づけられます．初めに，17 世紀に始まる学会誌の起源や実験による自然科学的な知の獲得について，歴史的な背景を辿りながら学会誌の位置づけについて赤松より紹介します．次に近井より，人間工学誌の査読制度や運営方針について紹介した後，榎原より良い論文・良い研究の基礎となる研究デザインや論文の質評価の動向などについて紹介します．

学術誌を取り巻く動向を俯瞰した後，会場の皆様と「良い学会誌，良い論文，良い研究」を実現するために学会誌として何をすべきか，あるいは学会誌に何を期待するか，について討論を行いたいと思います．学生・院生など，多くの皆様の参加をお待ちしています．

【講演者・内容】

１．「学会誌の役割とは」
赤松幹之
人間工学誌編集委員長／産業技術総合研究所 自動車ヒューマンファクター研究センター

２．「人間工学誌の査読制度や運営方針」
近井学
人間工学誌編集幹事／産業技術総合研究所 人間情報研究部門）

３．「良い論文・良い研究の基礎となる研究デザインと論文の質評価の動向」
榎原毅
人間工学誌副編集委員長／名古屋市立大学大学院医学研究科

企画セッション２

12 月 3 日（土） 15:25－16:20 Ａ会場

主催 人間工学専門家認定機構共催 日本人間工学会

就活や仕事に役立つ人間工学準専門家の概要、取得方法とメリット

司会 吉武良治（芝浦工業大学）

１．人間工学専門家・準専門家の概要

吉武良治（芝浦工業大学）

２．大学院生による準専門家取得の体験談

皆川和輝（芝浦工業大学） 時田郷（芝浦工業大学）

３．社会人による準専門家としての体験談

佐久間航（本田技術研究所）

1P2-1

人間工学専門家・準専門家の概要

○吉武良治*

*芝浦工業大学デザイン工学部

Overview of the Certification Program for CPE and CAEP

Ryoji YOSHITAKE*

*College of Engineering and Design, Shibaura Institute of Technology

1. 人間工学専門家認定機構の概要

昨年の本大会において人間工学専門家認定機構の概要と近況を報告した[1]。本稿では昨年から今年にかけての主要な変更点と人間工学専門家、準専門家の取得方法について紹介する。

認定人間工学専門資格制度は 2003 年に発足し、人間工学の品質の維持向上と人間工学の普及に資するため、人間工学の知識、技術、問題解決能力が、一定の基準を満足する人間工学実践者を認定している。認定人間工学専門家、認定人間工学準専門家、認定人間工学アシスタントの 3 つの資格があり、2016 年 9 月 30 日現在の会員数は、それぞれ 198 名, 95 名, 17 名である。

人間工学専門家認定機構の会員は、全員が認定人間工学専門家の資格を保有する専門家であり、表 1 に示す幹事会メンバーが中心となって認定試験の実施や機構総会、セミナー、見学会、シンポジウム等、イベント開催の運営を行っている。2016 年 6 月には福住伸一氏が第 7 期の機構長に就任し、副機構長には横井元治氏が就任した。

表 1. 幹事会メンバー(2016 年 10 月 1 日現在)

機構長	福住 伸一 (日本電気株式会社)
副機構長	横井 元治 (株式会社本田技術研究所)
事務局長 (総務)	山本 雅康 (ボッシュ株式会社)
会計担当	三林 洋介 (東京都立産業技術高等専門学校)
認定試験担当	石橋 基範 (日本大学) 井出 有紀子 (日本電気株式会社) 宇賀神 博 澤 貢 (鉄道総合技術研究所) 堀江 良典 (日本大学) 松田 文子 (公益財団法人労働科学研究所)
認定試験監査機構	三澤 哲夫 (千葉工業大学)
広報担当	八木 佳子 (株式会社イトーキ)
編集担当	松本 啓太 (富士通株式会社)
再認定制度担当	横井 元治 (株式会社本田技術研究所)
IEA 認証担当	藤田 祐志 青木 和夫 (日本大学) 石川
企画担当	文武吉武 良治 (芝浦工業大学)
会計監査	四宮 孝史 垣本 由紀子 (日本ヒューマンファクター研究所)

2. 人間工学専門家と人間工学準専門家

本資格制度には 3 つの資格があるが、ここでは人間工学専門家の資格を参照しながら、準専門家について中心に紹介する。

認定人間工学専門家は、国際人間工学連合(IEA: International Ergonomics Association) の認証 (IEA Endorsement)を取得した、米国の BCPE(Board of Certification in Professional Ergonomics) や欧州の CREE(Centre for Registration of European Ergonomists) とともに国際的に認知された資格である。一方、人間工学準専門家、人間工学アシスタントは、機構で設置したそのジュニア資格という位置づけになる。人間工学実践者は、「わかる」、「できる」、「推進する」という 3 つのレベルがあり、国際認証されている人間工学専門家はすべてのレベルが求められるが [2]、人間工学準専門家は「わかる」レベルだけでも取得できる資格となっている。

ここで図 1 に資格の種類とそれぞれの試験に関する特徴を示す。準専門家の応募資格(受験資格)は、次のいずれかを満たしていればよい。

【人間人間工学準専門家の受験資格】

1. 大学学部を卒業し、専門教育を 3 年以上に渡って 12 単位以上受けている方
2. 大学学部を卒業し、人間工学に関する実務経験が 5 年以上ある方

1については、大学学部に在学中で卒業見込証明書の発行を受けられる場合は学生でも応募できる(ただし、在学中に審査に合格したとしても認定されるのは卒業後という条件がある)。すなわち、大学において人間工学に関連する科目をしっかりと学んでいれば、実務の経験がなくとも取得できる資格となっている。大学卒業と同時に取得できることから大学院生の取得者が存在し、就職活動において活用することができる [3]。

前述したように人間工学準専門家は、人間工学専門家のジュニア資格の位置づけで、専門家になるための通過点として活用いただき、将来は専門家になり活躍してもらうことを想定している。よって現在 100 名近くの準専門家がいるが、できるだけ早く専門家の資格を取得してほしい。

「わかる」レベルでも取得できる準専門家が仕事に役に立つのかという疑問を持たれる方もいるかもしれないが、人間工学に関して「わかる」レベルの人材も社会にとって非常に貴重である。また社会人になって人間工学準専門家の資格を取得した専門家のみなさんも多く、第一線で活躍されている[4]。

3. まとめ

最後に人間工学準専門家の取得のメリットを整理する。

① 専門性を容易に伝えられる(客観的に認定された資格として「人間工学(準)専門家」を名乗ることで、その専門性が理解される)
② 就職活動、転職活動などで活用できる(特に大学院生でも取得できる資格としてアピールしやすい)
③ 職場(仕事)や仕事以外の各種プロジェクト等において、プロフェッショナルとして認められる

人間工学準専門家の認定試験は書類審査にて行われる。応募は随時受け付けているが、審査は図 2 に示すように年 4 回であることから、審査、合格発表の時期をチェックして応募するのがよい。準専門家の資格保有者が専門家を受験する際は、受験料が半額になる特典もある。人間工学を大学で学んだ方、人間工学を仕事で活用している方は、まずは人間工学準専門家を取得いただきたい。そして、一定の実務経験を積んだのち人間工学専門家になっていただくことを期待している。

資格種類	認定人間工学専門家		認定人間工学準専門家	認定人間工学アシスタント
	A方式試験	B方式試験		
試験形式	筆記・小論文・面接	書類審査のみ(原則)	書類審査のみ	書類審査のみ
試験時期	年1回実施(9月:東京)	年1回実施	年4回予定	年4回予定
応募締切	7月末頃	5月末頃	随時応募受付	随時応募受付
応募資格	下記のいずれか ①大卒+ 教育歴3年以上+ 業務歴2年以上 ②大卒+業務歴7年以上	大卒+ 業務歴10年以上 (フルタイム換算)+ 実践事例3件以上	下記のいずれか ①大卒+ 教育歴3年(12単位)以上 ②大卒+ 業務歴5年以上	短大、専門学校で専門教育(6単位以上)を受けている方、社内研修等で同等の教育を受けている方

図 1. 資格の種類と試験の特徴

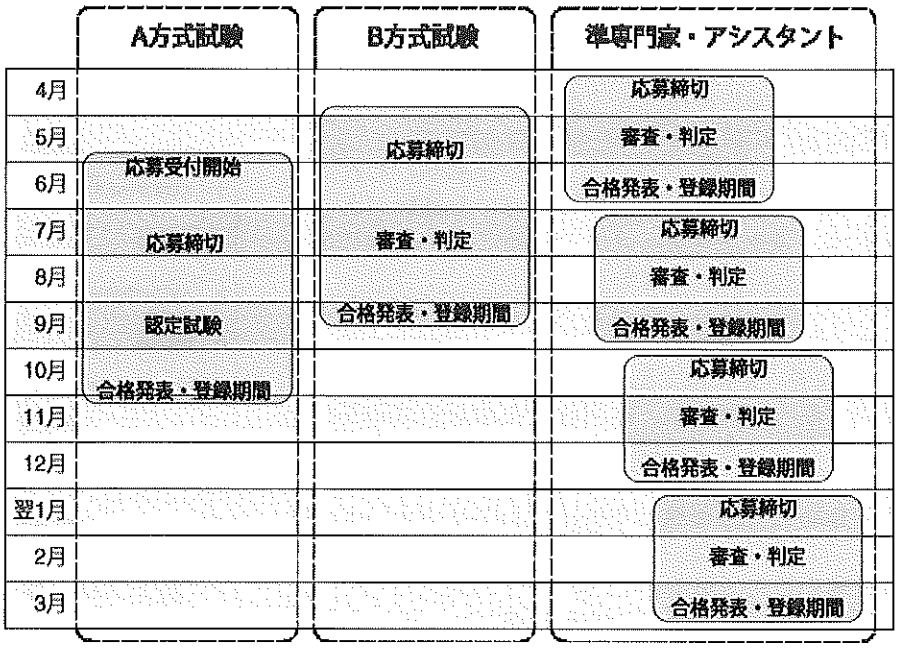


図 2. 試験・審査スケジュール

参考文献

1) 吉武良治:人間工学専門家認定機構の動向 2015.日本人間工学会関東支部第 45 回大会講演集, pp.10-11, 2015.

2) 吉武良治:認定人間工学専門資格制度の概要と専門家への期待. 人間工学 52(特別号), pp.62-63, 2016.

3) 皆川和輝, 時田郷:大学院生による準専門家取得の体験談. 日本人間工学会関東支部第 46 回大会講演集, 本誌, 2016.

4) 佐久間航:社会人による準専門家としての体験談. 日本人間工学会関東支部第 46 回大会講演集, 本誌, 2016.

[連絡先] 吉武良治, 芝浦工業大学デザイン工学部 UX デザイン研究室 (yoshitak@shibaura-it.ac.jp)

1P2-2

大学院生による準専門家取得の体験談

○皆川和輝*，時田郷*
*芝浦工業大学 大学院理工学研究科 UX デザイン研究室

Experiences of Getting CAEP by Graduate Students

Kazuki MINAGAWA* and Go TOKITA*
*Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

本稿では、筆者が大学院在学中に認定人間工学準専門家(以下、準専門家)を取得した際の体験談を学生の視点から報告する。

2. 資格取得のきっかけ

筆者が取得を志したきっかけは 2 つある。一つは、学士課程で学んできたことを資格という目に見える形で示したかったということ。もう一つは、「人間工学博物館（バーチャルミュージアム)」構想の学生企画 [1](以下、VM プロジェクト)にプロジェクトリーダーとして携わっており、学会としての活動に加わる機会があったことである。

2.1 学士課程で学んだこと

筆者は、学士課程でデザイン工学科に在籍して、プロダクトデザインや UX デザインなど幅広い分野について学んできた。カリキュラムには、人間工学の考え方や手法について学ぶ授業、そして、その知識を活用しデザインを提案する演習などがあった。その中で、ユーザーについて考えることの大切さや、利用環境について考える必要性を感じて行った。

大学では、授業と関わりのある資格として、インテリアプランナーやカラーコーディネーターなどが推奨されている。しかし、筆者が特に専門的に学んできたことからは少し離れており、自身の目標により合致する資格の取得を検討するようになった。

2.2 日本人間工学会との関わり

筆者の所属する研究室では、日本人間工学会と関わる機会が多くあった。特に、日本人間工学会第 56 回大会では実行委員として参加していたため、より身近な存在に感じるきっかけとなった。

そんな折に、VM プロジェクトの公募が行われた。それまでも学会の活動に参加していた経験があったことや、学生プロジェクトであることから参加を決意することは難しくなかった。

プロジェクトは、これまで学んできた人間工学の考え方や手法を活かしたワークショップ形式で行った[2]。参加者の中にはこれから人間工学の手法について学ぶ学生もいたため、説明資料を用意する必要があった。自分自身では理解していても相手に説明することは容易ではないと考えたため、改めて手法について整理し、未習熟の学生にもわかりやすいようにアレンジを行った。その結果スムーズにプロジェクトを進めることができた。また、その成果としてコンセプトとモックアップ [3,4] を提案した。モックアップとはいえ、学んできたことを活かしてデザインを行い学外に発表する経験は少なく、筆者らにとって良い機会を得られたと考えている。

これらの経験から、これまでの経験や学んできたことを資格として示したいと考えるようになったことに加え、学会の活動に参加することで身近な存在に感じていたことが準専門家の資格を取得するきっかけになった。

3. 資格取得に必要だったこと

取得にあたって最も重要だったことは、人間工学の考え方や手法をどのように身につけたか、きちんと整理することであった。大学卒業後すぐに取得するためには、3 年以上の専門教育と 12 単位以上の専門教育習得単位が必要である。筆者の場合、取得した単位の中から必要だと感じた単位を全て抽出した。その際、マーケティングやデザインなど、少しでも関連する単位も含めて抽出したため計 64 単位を抽出する結果となった。応募書類の中には受講年度のシラバスも必要であり、収集に手間がかかった。余計なことに時間を割くことになり、もう少し整理をして少なく抽出しておけばよかったのではないかと考えている。

しかし、多く抽出した事で、これまで学んできた専門知識を振り返る良い機会となった。申請時に表 1 に示す分類に沿ってまとめる必要があった。この分類を行ったことで、改めて人間工学をどのように学んできたか確認することができた。

その結果、4 章で述べるように、就職活動の際に自分が何をどのように学んできたのかはっきりと認識で

	項目	内容
I	人間工学の原理	人間工学の歴史、人間工学の哲学と倫理、人間工学の応用分野などの人間工学の背景に関する部分
II	人間特性	生活・産業場面における人間の行動・パフォーマンスに関わる基本的特性に関する部分
III	人間の特性の測定・評価	種々の人間の特性すなわち行動・パフォーマンス、生理・生化学的、形態・姿勢等の測定・評価に関する部分
IV	環境特性	生活・産業場面における人間の行動・パフォーマンスに影響を及ぼす基本的環境特性に関する部分
V	人間工学の応用	生活・産業場面で人間が使用する機器の設計、インターフェイスの設計、システムの設計、組織・職務形態の設計、生活・街づくり並びに安全・健康・福利に関する応用性の高い部分
VI	人間工学評価	人間工学の統合原理に基づく実際的な応用場面における使いやすさ、働きやすさ、安全性、生産性、適応性などからの分析・評価に関する基礎的知識

表 1 人間工学の専門知識・能力の分類

きたと考えられる。

一方で、失敗談として気をつける必要があった点についても触れておきたい。応募書類の提出期日についてである。

準専門家と認定人間工学アシスタントの資格は、通年で応募を受け付けている。しかし、審査が行われるのは図 1 に示す通り、年に 4 回のみである。筆者の場合、ちょうど年度内の審査が終わった時期に提出することとなった。そのため昨年度中の認定には間に合わず、今年度の 5 月に合否発表、7 月の認定となり、内々定が出た後に認定されることとなった。このように、提出期日によっては取得までに時間を要してしまう場合もある。

就職活動をする際に、資格の欄に書きたいという思いもあったため、期日についてもう少し気を配るべきだったと後悔している。これから取得を考えている方で就職活動に役立てたい方には、ぜひ気をつけていただきたい。



図 1 準専門家試験の年間スケジュール

4. 資格取得のメリット

資格を取得したことで得られた一番のメリットは、就職活動で役立ったということだ。

筆者の場合、3 章でも述べたように内々定が出た後に認定を受けることになった。しかし、資格の欄に書けなかっただけで、就職活動にメリットが無かった訳ではない。筆者の場合、就職活動前に自分がどのようなことをやってきたかを整理する「自己分析」の際に大いに役立ったと考えている。学部 4 年次にも就職活動を行っていたが、当時は自分がこれまでに何を学んできたのかという点で整理しきれておらず、自信を持って面接に挑めていなかった。しかし、準専門家の資格取得に向けた取り組みの中で自分自身がどのような過程で人間工学について学んできたかを整理することができた。その結果、今後どのような仕事に就きどのような人間になりたいかについても深く考えることができたと考えている。

また、面談の際に資格取得に向けて活動していることを担当者に伝える機会は何度かあった。その結果、より専門的な話を交えて面談を進めることができた。例えば、ユーザーテストに使われるテストルームを自社で持っている企業を訪問した際、実際のテストの様子などを見学することもできた。他にも、最終面談が終わった後に人間工学の手法を用いて業務をする部門の方との面談を用意していただく機会もあった。

このように、就職活動前や活動中に準専門家の取得に向けた取り組みが良い影響を及ぼしたと実感できる機会が何度もあった。そのため、準専門家取得のメリットとして就職活動に役立つと考えている。

5. まとめ

本稿では、大学院在学中に準専門家の資格を取得した筆者の体験談について報告した。就職活動に直接役立ったという経験を話すことはできないが、4 章でも述べたように間接的にではあるが役立ったと感じている。

また、準専門家を取得したことで周囲にも良い影響を与えることができたと感じている。以前、筆者の後輩から、資格を取得するためにどのような経験が必要なのか聞かれる機会があった。その際、専門教育を受けていることで取得のハードルが比較的低くなることなど、自分の体験したことを話すことができた。その結果、資格取得を前向きに検討してもらうことができた。

今後も、より多くの方に準専門家の資格について知ってもらい、人間工学の考え方や手法を広く定着させたいと考えている。

6. 文献

1) 山田クリス孝介他：“バーチャルミュージアム構想と学生プロジェクトの概要”，人間工学 52(特別号),pp.90-91，2016.
2) 皆川和輝他：“日本人間工学会バーチャルミュージアムプロジェクトのプロセスと手法”，人間工学 52(特別号),pp.92-95，2016.
3) 皆川和輝他：“VM プロジェクト：A グループの活動概要と提案”，人間工学 52(特別号),pp.96-97，2016.
4) 時田郷他：“VM プロジェクト：B グループの活動概要と提案”，人間工学 52(特別号),pp.98-99，2016.

[連絡先]
皆川　和輝
e-mail：md15078@shibaura-it.ac.jp

1P2-3

社会人による準専門家としての体験談

○佐久間 航*
*株式会社本田技術研究所 四輪 R&D センター

Experience of Certified Associate Ergonomics Professional by society

Wataru SAKUMA*
*Honda R&D Co., Ltd. Automobile R&D Center

1. はじめに

人間工学準専門家資格を取得してから約 8 年が経過した．取得後から現在まで準専門家資格を有したことで体験したことを大きく 2 つの観点で紹介する．1 つは社会人になり仕事を進めるときに起こったこと、もう 1 つは社会人になったからこそ感じたことである．どちらも人間工学を学び、資格を有していたことで体験した・感じたことで、私の人生にプラスに働くきっかけになった．

2. 会社紹介

本田技研工業は本田宗一郎が 1946 年に静岡県浜松市で起業した．当初は二輪が中心であったが、現在ではスーパーカブや CB1300 などの二輪と共に、フィットやフリードなどの大衆車からS660 や NSX のスポーツカーに至るまで幅広い四輪の開発も行っている．また芝刈り機や除雪機、発電機などの汎用製品や、ASIMO のような二足歩行ロボット、HondaJet と呼ばれる小型ジェット機の開発・販売も行っている．

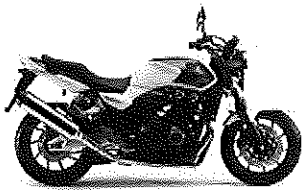


図 1 CB1300



図 2 ASIMO

その中で私が現在勤めている本田技術研究所四輪 R&D センターは、本田技研工業の子会社に当たり四輪の研究・開発を行っている．HondaR&D の歴史は、1960 年本田技研工業の研究・開発部門として分離した時から始まる．より多くの人々に、商品を通じて「喜び」を提供していきたいという Honda 全体の企業理念を具現化していくために、ひとつ独立した存在として、人間を見つめ、さらに次世代の社会を考えていくことを前提として、本田技術研究所は誕生した．



図 3 NSX



図 4 HondaJet

3. 企業理念~Honda フィロソフィー~

Honda フィロソフィーは、「人間尊重」「三つの喜び」から成る“基本理念”と、“社是”“運営方針”で構成されている．Honda フィロソフィーは、Honda グループで働く従業員一人ひとりの価値観として共有されているだけでなく、行動や判断の基準となっており、まさに企業活動の基礎を成すものといえる．

Honda は「夢」を原動力とし、この価値観をベースにすべての企業活動を通じて、世界中のお客様や社会と喜びと感動を分かちあうことで、「存在を期待される企業」をめざして、チャレンジを続けていく．

HONDA
The Power of Dreams

図 5 Honda ロゴ

4. 社会人としての体験

縁があって私は本田技術研究所に就職することができ、入社以来人間工学グループにおいて四輪のパッケージ開発を担当している．特にドライビングポジションと呼ばれる、運転姿勢・ペダル／ステアリング操作性・視界性能などを中心に運転しやすい環境設定を行っている．　人間工学準専門家資格を取得したのは入社してから約 2 年後のことである．学生時代に認定人間工学専門資格制度を学会として推進していたのは知っていたが、当時は準専門家制度が無くわたしには無縁の資格と考えていた．そんな中、大学にて専門教育を受講していれば取得できる資格ができたと知り、私は大学を出た成果の一つとして取得することにした．

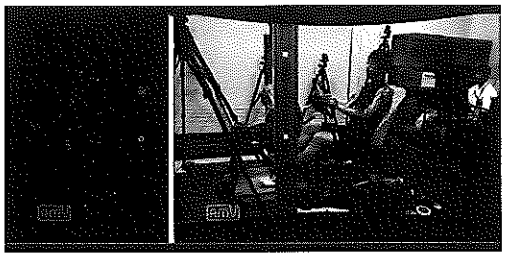


図 6 仕事の一例

資格を取得してから仕事を進めていく中で、この資格について聞かれることが多くなった．その一例を紹介する．

ある時電話にて、「専門家資格を持っていますよね」と尋ねられたことがあった．人間工学の観点でアドバイス・評価をして欲しいという内容だった．その時の問いについて答えることはできたが少しヒヤヒヤしたのを覚えている．それ以後も当時はまだ人間工学専門資格制度の認知度が低かったこともあり、興味本位で聞かれることが多々あった．

資格を持っていることで何か知っている、出来るのではないかと周りは少なからず期待する．資格を持っているからこそ人間工学専門家の一人として答えなければと意識する．全てを知っている訳では無いので、必ず期待に応えられるとも限らないが、有資格者として誰よりも人のことを考えなければといけないと改めて思うきっかけになった．これが 1 つのきっかけになりその方とは今でも人間工学について話をすることがある．

現在は、「人間工学に基づいた...」という言葉を昔より良く目にする分、本資格を有していることで興味を持ってくれる人は以前よりも多く、仕事の面だけではく、就職活動やその他の場面においてもチャンスが広がる可能性があると考える．

海外でも同様なことがあった．ある自動車の開発で海外に行く機会があり、私と同じく四輪のパッケージ開発を担当している現地メンバーと互いの国・人・習慣などについて意見交換をした．人間工学という分野にとても興味を示し、帰国まで様々な話をしたのを覚えている．

資格については全く知らないメンバーであったが、人間工学という学問の資格を有しているということで偉い人と勘違いしたのか、私から情報を引き出そうと必死になっていた．私自身も知らない国ということもあり、少しでも多くの情報を持ち帰ろうと、メンバーと過ごす時間や休日を大切にし、日本との違いを体験していた．これもまた、人間工学・資格をきっかけに、その国や人を知れた 1 つの出来事である．

このような講演に参加することができたのも、資格を有していたことで繋がりを持て機会を頂くことができたと思っている．資格を持っていることが小さなきっかけを生み、様々な先生方や同僚、後輩と知り合うことができる．自分自身が研究や開発に行き詰ったときにアドバイスをもらう、他の方々の論文や活躍を目にして勇気をもらうこともある．人間工学という学問の中で横の広がりを更に大きなものにしてくれるきっかけになっているのは間違いない．

5. まとめ

資格を取得することで新たな体験ができると考える．ただ、資格を持っていることは 1 つのきっかけに過ぎず、どう活かすかは自らに掛かっているといえる．

資格を持っているから偉い、なんでも知っていると聞いてくる人がいるかもしれない．それらに対し誠実に人間工学の観点で答えることは有資格者として重要なことである．一方で、資格を持っていなくても人のことを考えて“もの”や“こと” を作っていれば、皆人間工学の観点で仕事をしていると伝えることも 1 つの役目だと考える．資格が無いから人間工学的な観点でものごとが考えられないという訳では無い．質問に対し答えるだけでなく、互いに人を思いながら考えるきっかけを作ることも人間工学の裾野を広げる意味で有資格者として重要である． 本資格が単なる肩書にならないように資格を取得してからより一層気を引き締めて歩んで頂きたい．社会人になってから学問だけに集中できる時間は短く、より中身のあるものにするために、学生時代により広く学び、様々な経験からより深く物事について考えて欲しい．そしてそこで培ったものを社会やその後の人生において実践して頂きたい．私もこれを機に今一度見直し更にステップアップしていこうと思う．

今回紹介した出来事はどれも資格を有していたことで起こったことであり、自分の人生において良いきっかけになった．資格が無ければ起こらなかったことであり、この場を借りて資格制度の構築に関与された学会の方々、また当時資格取得を進めてくれた先生方に感謝を述べたい．

6. 参考

1)Honda ホームページ
http://www.honda.co.jp

[連絡先]
佐久間 航
e-mail：Wataru_Sakuma@n.t.rd.honda.co.jp

一般講演

12 月 3 日（土）

9：30～10：30

A 会場　安全・交通 1
B 会場　福祉・健康・感性
C 会場　姿勢・動作・医療 1

15:25～16:25

B 会場　ユーサビリティ 1
C 会場　安全・交通 2
D 会場　姿勢・動作・医療 2

12 月 4 日（日）

11:10～12:10

A 会場　視覚
B 会場　生体・筋活動
C 会場　ユーサビリティ 2
D 会場　認知・行動・感覚

1A1-1

鉄道事故発生時における乗客の避難行動に関する研究

○中山光成*，久宗周二**
*高崎経済大学大学院，**高崎経済大学
Behavior of Evacuation for Passenger in Case of Accident on railways
Kohsei NAKAYAMA*, Shuji HISAMUNE**
* Graduated school of Takasaki City University of Economics, **Takasaki City University of Economics

1. 本研究の目的

鉄道事故においては，従来から数多くの分析が行われている．

既往の研究では，死亡事故（失敗例）について事前要因，直接要因に着目しハード面を中心に分析してきた．それにより，ハード面での対策が進んでいるが，ヒューマンエラーに起因する事故の割合が高く，ハードだけでなくヒューマンエラーに着目した研究も多い．

これまで，発生した事故には，事故後に乗客が避難して，車両は大破したが，死者をほとんど出さない事故（成功例）もあった．しかし，既往の研究では，「成功例」を取り上げて，分析した研究はほとんどない．そこで，本研究では，鉄道事故について，避難に成功して死者をほとんど出さなかった事故（成功例）と，避難に失敗して多数の死者を出した事故（失敗例）を比較，分析する．そして，鉄道事故発生時にどのような避難行動をすれば，人命を守れるか考察する．

2. 方法

本研究では，特に避難が難しい，トンネル内列車火災事故と土石流脱線事故を取り上げる．それぞれ「失敗例」「成功例」について，事故報告書や新聞から事実関係を調査し，人的事故の調査分析マニュアルと 4M 分析を用いて分析する

2.1 人的事故の調査分析マニュアル

日本人間工学会・旧安全人間工学部会で昭和 45 年に橋本らが作成したものである．この方法は，事故発生前後の状況について時系列，部署別にチャート図に示すことにより，数多くの情報から，事故発生前後の各部署の行動を整理して，事故の要因を明らかにできる．

2.2 4M 分析

事故の状況についてアメリカ航空宇宙局で使われている分析方法で，Man，Machine，Media，Management の 4 つの M 分析に分けて分析するものである．

3. 鉄道事故の分析

3.1 トンネル内列車火災事故

最初に，トンネル内での列車火災事故を分析する．北陸トンネルで 1969 年に発生した寝台特急日本海火災と 1972 年に発生した急行きたぐに火災事故を取り上げる．

3.1.1 寝台特急きたぐに火災事故（失敗例）

1972 年 11 月 6 日午前 1 時 10 分ごろ，大阪発青森行きの急行「きたぐに」が福井県敦賀市の北陸本線・北陸トンネル（全長 13,870m）を走行中，食堂車から出火，全焼する火災が発生した．列車には約 760 人が乗っていたが 30 人が死亡した．火災発生後，列車はトンネル内で停止したが，避難が困難だった．

3.1.2 寝台特急日本海火災事故（成功例）

1969 年 12 月 6 日午前 6 時 20 分ごろ北陸本線・北陸トンネルで青森発大阪行きの寝台特急「日本海」の電源車から出火し，電源車が全焼し，隣接する客車の一部が焼けた．列車に約 500 人が乗っていたが死者は出なかった．トンネル内で電源車からの出火を確認したが，運転士はトンネルを出てから列車を止め，その後，乗客らは避難した

3.1.3 結果

「きたぐに」「日本海」とも同じ北陸トンネル内で発生し，トンネル内にスプリンクラーはなく照明はなかった．また，双方の列車の防火設備は消火器のみだった．しかし，火災を確認した後の現場の乗務員の判断と行動の違いで被害の差が出た．「日本海」ではトンネル内で列車を停止させた場合，さらに被害が拡大すると考え，トンネルを出てから列車を止めた．一方，「きたぐに」はトンネル内で列車を停止し，乗務員が全員で初期消火をしたため，乗客の避難誘導が遅れ，多くの死傷者を出した．

3.2 土石流脱線事故

次に，列車が大雨等で運転見合わせになり，その後土石流に巻き込まれ脱線した事故について分析する．1972 年に発生した繁藤駅構内土石流脱線事故と 1993 年に発生した竜ヶ水駅構内列車脱線事故を取り上げて分析する．

3.2.1 繁藤駅構内土石流脱線事故（失敗例）

1972 年 7 月 5 日午前，高知県土佐山田町（現・香美市）の土讃線，繁藤駅で停車中の快速列車が土石流に巻き込まれ 5 両中前 3 両が脱線，大破した．この事故で，列車の乗員・乗客ら 60 人が死亡した．列車は大雨により不通になり，繁藤駅で停車していた．

3.2.2 竜ヶ水駅構内土石流脱線事故（成功例）

1993 年 8 月 6 日午後 5 時 40 分ごろ，鹿児島市竜

ヶ水の JR 日豊本線竜ヶ水駅の構内で停車していた 2 両編成の普通列車 2 本が，駅構内に流れ込んできた土石流に巻き込まれ脱線，転覆した．両列車は大雨に伴う災害のため，不通になり竜ヶ水駅で停車していた．両列車には乗客・乗務員 330 人あまりが乗車していたが，事故発生直前に海側に避難し，3 人が死亡したが，大半が生存できた．

3.2.3 結果

2 つの事故とも土砂崩れの危険性が高い場所で停車中に，土石流が発生し列車が脱線した．しかし，竜ヶ水駅では駅に停止してから事故発生まで 42 分しかなく時間的余裕がなかったが 99%が生存できた．一方，繁藤駅では事故発生まで 4 時間 50 分あったが，避難せず 90%の乗客らが死亡した．2 つの事故とも運転指令は列車を止めた後，乗務員に車内待機の指示を出した．両事故とも土砂災害の兆候がみられ，生存率の違いは現場で得られた情報に対する，乗務員の判断の違いがあった．

竜ヶ水事故では乗務員らが，現場の状況から駅構内に留まるのは危険と判断し，すぐに指令に状況を報告し車外避難と救助を要請した．しかし，折り合わなかったため，乗客を海側の国道に避難させた．

一方，繁藤事故では消防団員から避難指示が伝えられたが，乗務員がすぐに避難の必要はないと考えて拒否した．指令にも消防団員から伝えられた情報を報告せず，車内に留まり続けた．

4. 考察

分析したいずれの事故でも指令は，列車の運転を止めさせ，現場の事故乗務員に事故の状況を報告させている．しかし，火災，脱線事故とも事故発生後にそこから得られる情報とそれに対する乗務員の判断に違いがみられた．火災，脱線事故とも失敗例では，乗客に避難指示が出るまで時間がかかったか，指示が出なかった．一方，成功例では，現場の乗務員が危険を判断し，現場の判断で避難等をした．火災，脱線とも，成功例では指示通りに現場に留まった場合，被害が拡大し多くの死傷者が出たと考えられる．火災では，成功例の「日本海」で事故後の対応について，当時の国鉄は十分に検証せず，規定違反として運転士を処分し，「きたぐに」の事故が起きた．また，脱線でも，消防団員から繰り返し避難指示が出ていたが，乗務員は運転指令の指示を優先し，土石流に巻き込まれた．

以上から，事故発生時には，状況を確認し現場で判断することも重要である．状況によってはマニュアルと異なる対応をした方が安全な場合もあり，「成功例」を分析し，そこから教訓を得ることも必要である．

5. 結論

事故の状況は異なり，人数や状況により避難にかかる時間や環境も変わるため，現場の状況を見てより安全な方法で避難する必要がある．迅速な判断や避難をできるようにするためには，過去の事故の状況を踏まえて，「成功例」も参考にして様々な状況を想定して，教育訓練の方法やマニュアルを再考することが有効である．

6. 文献

1) 小美濃幸司，舟津浩二，鉄道車両の衝突安全性に関するシミュレーション，日本信頼性学会，日本信頼性学会誌, 31(4), 283-286 (2009)
2) 岸田孝弥，池上徹，久宗周二: 緊急時の人間行動（X IV）大邱市の地下鉄「中央路」駅車両火災を例にして,日本人間工学会，人間工学 特別号 pp376-377 (2004)
3) 橋本邦衛: 安全人間工学, pp3-79, 中央労働災害防止協会 (1984)
4) 久宗周二，中山光成: 「北陸トンネル」の列車火災発生時の避難行動に関する研究 ，高崎経済大学論集，第 58 巻 1 号, pp1-12, (2015)
5) 土佐山田町報道委員会: 昭和 47 年豪雨・繁藤山くずれ災害記録，土佐山田町, pp6-25,32, (1973)
6) 高知新聞, 1972 年 7 月 5 日付,夕刊 1,5 面, 7 月 6 日付,朝刊 1,4,5,13 面 7 月 12 日付，朝刊 12 面
7) 桑野偕紀，前田荘六，塚原利夫: 機長の危機管理, pp299-308, 講談社 (2002)

[連絡先]
中山　光成
e-mail:kosei_115moha@cosmos.ocn.ne.jp

表 1 事例別の事故の生存率と乗務員・指令の行動の比較

	失敗例		成功例	
事故名	きたぐに火災	繁藤災害	日本海火災	竜ヶ水災害
事故種別	火災	脱線	火災	脱線
指令の指示	列車の停止	列車の停止	列車の停止	列車の停止
乗務員の優先事項	状況報告 初期消火	状況報告	状況報告 避難誘導	状況報告 避難誘導
生存率	96%	10%未満	100%	99%
緊急停止から避難までの時間	50～60 分	避難せず	15 分以内	40 から 50 分

1A1-2

旅客機の不時着水事故発生時における乗客の避難行動に関する研究

○中山光成*，久宗周二**
*高崎経済大学大学院，**高崎経済大学

Behavior of Evacuation for Passengers Planes in Case of Accident

Kohsei NAKAYAMA*, Shuji HISAMUNE**
* Graduated school of Takasaki City University of Economics, **Takasaki City University of Economics

1. 本研究の目的

これまで，航空機の発展が進んできた一方で，事故も繰り返し発生した．航空機事故では，1回の事故で乗客，乗員の全員が死亡する事故も珍しくない．既往の研究では，死亡事故（失敗例）について事前要因，直接要因に着目しハード面を中心に分析してきた．それにより，ハード面での対策が進み，最近では20世紀以前に比べると事故は減っているが，ヒューマンエラーに起因する事故の割合が高くなっている．

航空機事故では，機体が安全に着陸，停止できた場合，機内の乗客はすぐに避難しなければならない．これまで発生した事故には，事故発生後の避難等の対応が不適切で死者が増えた事故もある．一方，機体は大破したが，事故後の機長や乗務員の対応がよく，死者を出さなかった事故もある．既往の研究では失敗例を取り上げて，そこからハード面，ソフト面での問題点を指摘し，事故の再発防止を提言する研究は数多くあるが，成功例をとりあげて，「成功した原因」を分析した研究はほとんどない．そこで，本研究では，運航中の旅客機でトラブルが発生し，不時着水した事例について取り上げて分析した．

2. 方法

本研究では，過去に発生した旅客機の不時着水事故について，「失敗例」「成功例」を取り上げて，事故報告書や新聞から事実関係を調査し，人的事故の調査分析マニュアルと4M分析を用いて，事故発生前後の乗員や乗客の行動に着目して分析する．

2.1 人的事故の調査分析マニュアル

日本人間工学会・旧安全人間工学部会で昭和45年に橋本らが作成したものである．この方法は，事故発生前後の状況について時系列，部署別にチャート図に示すことにより，数多くの情報から，事故発生前後の各部署の行動を整理して，事故の要因を明らかにできる．

2.2 4M分析

事故の状況についてアメリカ航空宇宙局で使われている分析方法で，Man，Machine，Media，Managementの4つのM分析に分けて分析するものである．

3. 航空機不時着水の分析

本研究では，1982年に羽田空港沖で発生した日本航空350便，2009年にアメリカ・ニューヨークで発生したUSエアウェイズ1549便不時着水事故を対象にした．

3.1 羽田沖日本航空350便墜落事故

1982年2月9日午前8時44分ごろ，福岡発羽田行きの日本航空350便（ダグラスDC8型機）が，羽田空港着陸前に故意に機体を下降させるなどの不適切な操縦によって，羽田空港C滑走路の沖合に墜落した．機体は操縦席後方と客室の間で2つに折れた．航空機には乗客166名，乗務員8名が搭乗していたが，このうち乗客24名が死亡，乗客・乗務員149名が重軽傷を負った．墜落直前に，シートベルト着用指示は出ていたが，安全姿勢確保や救命胴衣の着用指示はなく，墜落後も機外避難指示は出なかった．機長は事故前に，病気により気を失っていた．

3.2 USエアウェイズ1549便不時着水事故

2009年1月15日午後3時30分ごろ（現地時間），ニューヨーク州のラガーディア空港発ノースカルライナ州のシャーロット空港行きのUSエアウェイズ1549便が，ラガーディア空港を離陸直後にエンジンに鳥を巻き込み，すべて停止して飛行不能になった．この便には満席の乗客150人，乗員5人が搭乗していたが，付近の空港までの飛行も困難であったため，ハドソン川に緊急着水，機体は水没した．不時着した際，乗客・乗員のうち78名が負傷したが，全員が機体から避難して，死者・行方不明者は発生しなかった

3.3 結果

2例とも1通路片側3人掛けの構造の旅客機で，構造は類似しており，設置されていた非常用設備も同じだった．

日本航空350便では，事故前に機長がマニュアル通りの応答ができないなどの異変があり，副操縦士は気付いていたが，客室乗務員や管制に報告しなかった．事故直前に，機体が急降下するなどしたが，乗客に対して，安全姿勢の確保や救命胴衣の着用指示は出なかった．その後，機体は海上に墜落し，機体は操縦席後方で2つに割れ，前2か所の非常口は使えなかった．墜落から約30分後に，救命胴衣の着用指示が出たが，機外避難の指示が出なかった．乗客は混乱して，自主的に使用可能な非常ドアや破断面から飛び降りて避難する人もいた．避難の際に荷物を持ち出すなど不適切な避難をした乗客も多

かった.

一方, US エアウェイズでは, エンジンの停止後, すぐに機長が管制に報告した. すでに, 機体が制御できず, 機長はハドソン川に機体を下ろしたいと伝えたが, 折り合わなかった. その後, 無線を切って機体をハドソン川に着水させた. 着水後, すぐに機内は浸水し, 機長は機外避難指示を出し, 乗客を誘導した. 非常口 2 か所は使用できなかったが他の非常口から避難させた. 着水から 15 分以内に, 乗客・乗員は全員避難し, 死者は出なかった.

また, 2 例とも救命胴衣を着用する際に, 着用方法を誤る乗客がいた.

4. 考察

日本航空 350 便では, 事故前に機長の異変を認識していたが管制や客室乗務員に伝えなかった. 墜落後も, 乗客に十分な情報が伝わらず機内は混乱した.

一方で, US エアウェイズでは, エンジン停止後, 機長がすぐ墜落すると考え, 機体の着陸停止と避難を最優先させた. 川に機体を着水させた場合, 全員が死亡する可能性もあった. しかし, 仮に最寄りの空港まで戻ろうと飛行を続けた場合, すでにエンジンは停止していたため, 空港まで行けず, 途中で失速し墜落した可能性が高い. 周囲には住宅密集地や幹線道路もあり, 機体がそうした場所に墜落する可能性もある. その場合は航空機の乗員・乗客全員が死傷するだけでなく, 地上にいた人も巻き込まれ, より多くの死傷者が発生する.

5. 結論

運行中の航空機で事故が発生した場合, 速やかに機体を着陸・着水させる必要があり, 現場の乗務員には迅速な判断が必要である. 管制と折り合わないなど時間がない場合は, 現場で判断することも必要だ. また, 危険を感じた場合は「最悪の事態」に備え, 早めに救命胴衣の着用や安全姿勢確保の指示を出す. さらに, 救命胴衣の着用方法や手荷物の持ち出し禁止などを繰り返し説明することも必要である. 実際に事故が発生した場合, 乗務員も混乱し, 迅速な避難ができなくなることがある. 事故発生時に迅速かつ適切に避難誘導ができるようにするためには, 機長や乗務員に対して, 過去に発生した「成功例」を分析し, そこでとられた行動を参考に, 緊急時の対応について考えさせることも有効である.

6. 文献

1) 上野由貴, 中易秀敏, 三好哲也, 中川雅央: 航空機における脱出シュミュレーション分析とガルーダインドネシア航空機 DC10-30 事故との比較, 甲南大学, Konan Univ. Intel & Inform Ser. Vol3, No1, pp106-116 (2010)

2) 垣本由紀子: 航空機事故とヒューマンエラー, 日本信頼性学会, 日本信頼性学会誌 Vol26-1, pp600-609 (2004)

3) 航空事故調査委員会 航空事故調査報告書 日本航空 DC-8-61 JA8061 羽田沖合 (1983 年 5 月)

4) NTSB Aircraft Accident Report "Loss of Thrust in Both Engines after Encountering Flock of Birds and Subsequent Ditching on the Hudson River US Airways Flight 1549" March,2010

[連絡先]
中山 光成
e-mail : kosei_115moha@cosmos.ocn.ne.jp

表 1「日本航空 350 便」「US エアウェイズ 1549 便」の乗客、乗員の行動の比較

	日本航空 350 便	US エアウェイズ 1549 便
機種	ダグラス DC8 型機	ボーイング 737 型機
搭乗者数	乗客 166 人、乗員 8 人	乗員 150 人、乗員 5 人
生存率	86%	100%
乗員の行動（着水前）	機長が不適切な操縦	機長が緊急着水させる、 乗客に安全姿勢の指示
乗員の行動（着水後）	機長は救助される 副操縦士が自力で客室に移動	機長が客室に行き避難指示、誘導 客室乗務員が避難誘導
乗客への指示（着水前）	なし	安全姿勢の確保
乗客への指示（着水後）	救命胴衣着用	救命胴衣着用、機外避難
乗客の行動（着水前）	そのまま着席	安全姿勢をとる
乗客への指示（着水後）	機内待機、自主的に避難	指示に従い機外に避難

1A1-3

旅客船の事故発生時における乗客の避難行動に関する研究

○中山光成*，久宗周二**
*高崎経済大学大学院，**高崎経済大学
Behavior of Evacuation for Passengers Vessels in Case of Accident
Kohsei NAKAYAMA*, Shuji HISAMUNE**
* Graduated school of Takasaki City University of Economics, **Takasaki City University of Economics

1. 本研究の目的

これまでも旅客船による死亡事故が数多く発生した．そのため，事故についてハード面を中心に研究が進み，最近は，事故は減少している．旅客船は，1隻当たりの定員が多く，航空機などと比べると船内の構造が複雑で避難がし難い．これまでに，発生した事故では，船体が沈没したが，迅速な避難により死者を出さなかった事例（成功例）もある．既往の研究では，多数の死者が発生した事故（失敗例）を取り上げ，再発防止を考察した研究はあるが，「成功例」から分析した研究はほとんどない．本研究では旅客船事故について，「成功例」と「失敗例」を取り上げ，両者を比較し，事故発生時人命を守るにはどうすればよいか考察する．

2. 方法

本研究では，過去に発生した旅客船の事故について，転覆，火災，衝突の3類型を取り上げて「失敗例」「成功例」を取り上げて，事故報告書や新聞から事実関係を調査し，人的事故の調査分析マニュアルと4M分析を用いて，事故発生前後の乗員や乗客の行動に着目して分析する．

2.1 人的事故の調査分析マニュアル

日本人間工学会・旧安全人間工学部会で昭和45年に橋本らが作成したものである．この方法は，事故発生前後の状況について時系列，部署別にチャート図に示すことにより，数多くの情報から，事故発生前後の各部署の行動を整理して，事故の要因を明らかにできる．

2.2 4M分析

事故の状況についてアメリカ航空宇宙局で使われている分析方法で，Man，Machine，Media，Managementの4つのM分析に分けて分析するものである．

3. 旅客船事故の分析

3.1 転覆事故の分析

転覆事故では，失敗例に「ありあけ」転覆事故，失敗例では「セウォル」沈没事故を取り上げた．

3.1.1「セウォル」沈没事故

2014年4月16日午前9時ごろ，韓国・珍島沖で仁川発済州島行のフェリー「セウォル」(6,825t)が傾き，その後転覆，沈没した．船には乗客・乗組員，合わせて476人が乗っていたが，304人が死亡，130人以上が重軽傷を負った．事故の直接の原因は，操船ミスと過積載だった．

3.1.2「ありあけ」転覆事故

2009年11月13日未明，三重県尾鷲沖を航行していたマルエーフェリーの東京発那覇行きのカーフェリー「ありあけ」(7,910t)が航行中に高波にあおられ傾き，その後転覆した．転覆の原因は高波にあおられた際に車両甲板に積んだコンテナなどの積荷が荷崩れして，右側に偏ったためである．船には乗客と乗組員合わせて28人が乗っていたが，死者は出なかった．

3.1.3 結果

セ号では，傾斜を確認した後も，沈没直前まで避難指示が出なかった．一方，あ号ではすぐに避難場所への避難指示が出た．すでに自力で階段を上るのが困難だったが，消防用ホース等を使って乗組員が乗客を吊り上げるなどして最上階に避難させた．

3.2 火災事故の分析

火災事故では，失敗例に「ヤーマス・キャッスル火災沈没事故」成功例に「サン・ビスタ」火災沈没事故を取り上げた．

3.2.1「ヤーマス・キャッスル」火災沈没事故

1965年11月13日未明（現地時間），アメリカ・フロリダ州のマイアミからバハマ諸島のナッソーに向かっていたクルーズ客船「ヤーマス・キャッスル」(5,002t)が航行中に客室階にある倉庫から火災が発生，火は徐々に広がり，同日早朝沈没した．船には乗客と乗組員合わせて552人が乗っていたが，90人が死亡，300人以上が重軽傷を負った．

3.2.2「サン・ビスタ」火災事故

1999年5月20日午後1時半ごろ（現地時間），マレーシアのペナン島南東沖で，シンガポールのクルーズ客船運航会社・サンクルーズ社が運航しているクルーズ客船「サン・ビスタ」（30,000t）が，航行中に機関室のエンジンから出火した．船体は全焼，沈没したが全員避難して死者は出なかった．

3.2.3 結果

ヤ号，サ号ともスプリンクラーは設置されておらず，事故後は停電して非常灯なども使えなかった．ヤ号では，乗組員が乗客の避難誘導を行わず先に避難した．これにより，避難指示が乗客に伝わらず，多くの乗客が逃げ遅れた．一方，サ号では，火災発生後すぐに暴露甲板に避難させ，その後，船外避難指示を出した．待機中には，飲食物をふるまい，避難時にはパーティー名目で乗客を集めるなど乗客

が混乱しないように情報をコントロールした．その結果，全員が避難して死傷者が出なかった．

表 1「成功例」「失敗例」別の乗組員の行動、条件の比較

	失敗例			成功例		
	転覆	火災	衝突	転覆	火災	衝突
気象・海象	晴れ、穏やか	晴れ、穏やか	小雨、濃霧	雨、高波	晴れ、穏やか	小雨
時間帯	日中	夜間	日中	未明	夕方～夜	深夜
乗務員の行動	船体復元	火元捜索	混乱し対応できない	船体復元、避難誘導	初期消火、避難誘導	避難誘導
乗客への指示	救命胴衣着用船内待機	伝わらない	船外避難、船内待機	暴露甲板へ避難	初期消火、避難誘導	避難誘導
生存率	37%	84%	79%	100%	100%	100%
避難可能時間	2 時間 30 分	5 時間 30 分	7 分	4 時間	10 時間	7 時間

3.3 衝突事故の分析

衝突事故では失敗例に「紫雲丸」衝突事故，成功例に「さいとばる」衝突事故を取り上げた．

3.3.1「紫雲丸」衝突事故

1955 年 5 月 11 日午前 6 時 56 分ごろ，高松発宇野行きの上り鉄道連絡船「紫雲丸」(1,480t)と貨物船「第三宇高丸」(1,282t)（が香川県高松市沖合で衝突した．この事故で，紫号に乗っていた 781 人のうち 166 人が死亡した．

3.3.2「さいとばる」衝突事故

1978 年 9 月 6 日午前 1 時 45 分ごろ，愛媛県来島海峡沖の瀬戸内海上で日本カーフェリーが運航する，神戸発細島（宮崎県）行きのフェリー「さいとばる」（6,574t）と防府から堺へ回航中の韓国籍のタンカー「チャン・ウォン」（3,409t）が衝突した．乗客は，衝突後すぐに避難して死者は出なかった．

3.3.3 結果

紫号では，事故から 7 分後に沈没し時間的余裕が少なかったが，宇号と合体した状態で，飛び移ることが可能だった．しかし，乗組員からの指示が統一されず，荷物を取りに戻るなど不適切な避難をした乗客もおり，多くの乗客が逃げ遅れた．一方，さ号では衝突後すぐに停電し，放送設備等が故障したが，乗組員がすぐに避難指示を出した．仕事で利用するトラック運転手らも避難誘導に協力し，迅速に船外避難することができた．

4. 考察

転覆，火災，衝突いずれの事故でも，「成功例」と「失敗例」の違いは事故後の避難行動にある．「成功例」では，乗客の避難を最優先に行動した．「最悪の状況」を想定し，関係者と相談し，迅速に避難判断をした．避難の際に，乗客が混乱しないように現場の状況に応じた方法で避難している．

それにより，乗客も指示に従い整然と避難し，いずれの事故でも全員が生存できた．一方，「失敗例」では乗組員間で情報共有ができず，乗客にも必要な情報が十分に伝わらなかった．乗組員が乗客を放置して先に避難する事例もあった．事故発生時には，最悪の状況を想定し，現場の状況に応じた方法で避難をすることが必要である．迅速な避難を行うためには，過去に起きた「成功例」を参考にした教育訓練をすることも有効である．実際に，国土交通省中国運輸局島根支局の旅客船乗組員安全講習会でも，「よい事例」を参考にした事故分析が活用された．「成功例」から学ぶことで，事故発生時に迅速かつ適切な判断，行動ができるようになると考えられる．

5. 結論

以上から，事故発生時には，直後の乗組員の行動により生存率が変わってくる．事故発生時には，乗組員も混乱することがあり，過去の「よい事例」を参考に教育訓練をすることも効果的である．

6. 参考文献

1) 中山光成，久宗周二：クルーズ客船の火災発生時における乗客の避難に関する研究，日本航海学会論文集，第 133 巻，pp12-19 (2015)
2) U.S. Coast Guard: Report of fire accident of Yarmouth Castle（ヤーマス・キャッスル事故報告書）,1966.3.
3) 中山光成，久宗周二：旅客船の転覆事故における避難行動に関する研究，日本航海学会論文集，第 134 巻，pp19-26 (2016)
4) 広島海難審判所第 116 号：機船さいとばる機船チャンウォン衝突事件，1978 年
31) 久宗周二，天下井清，木村暢夫：紫雲丸・第三宇高丸衝突・沈没事故の人間工学的研究
—日本人間工学会人的事故調査マニュアルを用いて，日本航海学会，日本航海学会論文集第 114 号，pp179-184 (2006)

[連絡先]
中山　光成
e-mail：　kosei_115moha@cosmos.ocn.ne.jp

1A1-4

行動分析学に基づく交差点左折行動の記述分析

○高井将太*，竹本雅憲*，内藤貴博**，北島洋樹**
*成蹊大学，**(株)デンソー，***(公財)大原記念労働科学研究所

Description and Analysis of Driver Behavior When Turning Left at Intersections Based on Behavior Analysis

Syota TAKAI*, Masanori TAKEMOTO*, Takahiro NAITOH**, Hiroki KITAJIMA***
*Seikei University, **Denso Co., Ltd., **Ohara Merorial Institute for Science of Labour

1. はじめに

自動車の運転行動は周りの環境や状況に影響をうけることが知られている。運転行動に関する近年の研究では行動のみを扱った研究は多くみられるが、周りの環境も織り交ぜた研究は少ない。

そのため本研究では、周りの環境が運転行動にどのような影響を及ぼしているのかを行動分析学における行動随伴性の考え方 [1]を用いて分析した。そして、規範的な運転行動を分析するために指導員を対象に実験を行い、ドライブレコーダーの映像データと車速データにより、交差点までの距離、速度とそのときのドライバの行動と周りの環境を記録した。以上のデータを使い、環境要因が運転行動に与える影響について分析した。

2. 行動分析学

行動分析学 [1]では、人間の行動の原因は周りの環境（環境要因）にあるとされている。ある行動を起こした場合、その行動の直前に出現し行動の引き金となるものを「弁別刺激」という。そして、行動を起こすと周りの環境や状況が変化する。そのときの状況の変化が自分にとって都合がいい場合、その行動は繰り返し行われる。このように行動の直後の状況の変化によって行動の回数が増え、以後その行動が繰り返されることを「強化」という。また、その行動の直後に出現し行動を強化させる環境要因の変化を「強化子」と呼ぶ。

連続的に行動を行う際は環境要因と行動が連鎖する。つまり、ある行動の強化子が次に行う行動の弁別刺激になる。この連鎖を「刺激反応連鎖」と呼ぶ。

3. 実験方法

3.1 実験参加者

インフォームド・コンセントを得た武蔵境自動車教習所の指導員 1 名が参加した。なお、この実験は成蹊大学研究倫理委員会の承認を得て実施した。

3.2 実験機器

ユピテル製のドライブレコーダーBU-DRS901 を用いて前方映像（環境要因）、車内映像（ドライバの手・目の動き）、足元の映像（足の動き）、自車の先端部分の映像（停止線、交差点エッジ点の位置）を記録した。また、BLITZ 製の車両信号モニタ TouchB.R.A.I.N.を用いて車速データ（車速と時刻）を記録した。車両はトヨタのマーク X を使用した。

3.3 実験方法

指導員の方に成蹊大学付近の交差点を複数回走行していただき、環境要因の異なるデータを集めた。

4. 実験結果

4.1 分析方法

ドライブレコーダーの映像データから交差点エッジ点までの時間を求め、車速データから交差点エッジ点までの距離を算出した。更に、交差点エッジ点までの TTC（Time To Collision）を求めた。

ドライブレコーダーを見ながら運転者の行動と環境要因を図 1 に示す表に整理した。縦軸に交差点エッジ点からの時間、距離、TTC を記述し、横軸には静的な環境要因（道路形状、標識など）、手の行動と手に関する環境要因（自車線内の横位置のズレなど）、足の行動と足に関する環境要因（ブレーキペダルの反力など）、目の動き、そして動的な環境要因（歩行者や先行車の動きなど）を記述した。運転行動を左折に絞り、五つの異なる交差点について分析した。そのうち一つの交差点では時刻の異なる二つのデータを分析し、合計六つのデータを分析した。

4.2 分析結果

分析を進めていく中で左折時の運転行動には大きく分けて以下の六つの行動の目的があることが分かった。この目的を果たすためにいくつかの目、手、足の行動が組み合わさっていた。そして、目的を果たすための行動の組み合わせを「行動ブロック」とした。それぞれの行動は基本的に、以下の六つの行動ブロックのいずれかに含まれる。

① ブレーキ減速開始：ブレーキを踏む前の準備行動。アクセル緩め、アクセル構え、ブレーキ構えが含まれる。

② 後続車間保持：後続車に車間を保たせる行動。ポンピングブレーキ、後続車確認（ルームミラーを見る）が含まれる。

③ 幅寄せ：左側の隙間をなくし、後続二輪車が割り込めないようにする行動。ウインカ操作、後側方・死角確認、幅寄せ操舵が含まれる。

④ 進入速度調節：交差点に進入する際の速度を調節する行動。前方確認、先行車確認、ブレーキ減速、他者確認（歩行者、走行自転車などの確認）が含まれる。

⑤ 曲がる速度調節：左折する際に適切な速度に調節する行動。手前側歩道・横断歩道周辺・対向側歩道・左折先道路の横断者確認、前方確認が含まれる。

⑥ 曲がる操舵：左折をするための行動。後側方・死角確認、左折のための横位置調整、曲がる操舵が含まれる。

○ その他：左折には直接関係のない行動。また、イレギュラーな環境要因が影響で起きる行動。駐車車両をよける操舵や自車の運転行動に影響を及ぼさない歩行者の確認などが含まれる。

更に上記の六つの行動ブロック内では刺激反応連鎖があることが分かった。例えば、行動ブロック③の幅寄せの場合、手の行動、目の行動と環境要因との関係は図２のようになる。その他の行動ブロックにも同様の刺激反応連鎖がみられた。刺激反応連鎖は一つでも強化子が欠けると連鎖しなくなる。

5. 考察

実験結果から、環境要因を用いることで左折時の運転行動を記述することができた。そして、運転行動は環境要因の影響を受けていることがわかった。行動ブロック内の刺激反応連鎖により、行動ブロック内では行動の順序が定まっている。図２の幅寄せ

図 1 行動記述と環境要因

で説明すると、初めに[1]ウインカ点灯が行われる。そして、指導員は必ず[1]、[2]、[3]の順番で行動を起こす。この特性を利用すると、ウインカ点灯を行った次には、後側方・死角確認と幅寄せ操舵が行われるという予測が成り立つ。

今回は左折に限定して分析したが、右折、直進、停止なども同様に分析を行えば運転行動についてさらに深く知ることでき、精度の高い予測をすることができるだろう。また、一般ドライバでも同様の分析を行い、指導員との違いを明確にしたい。

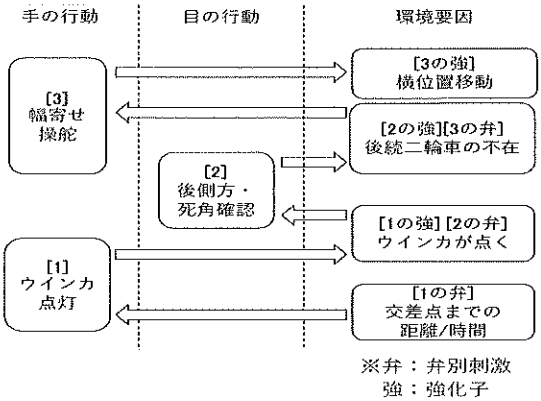
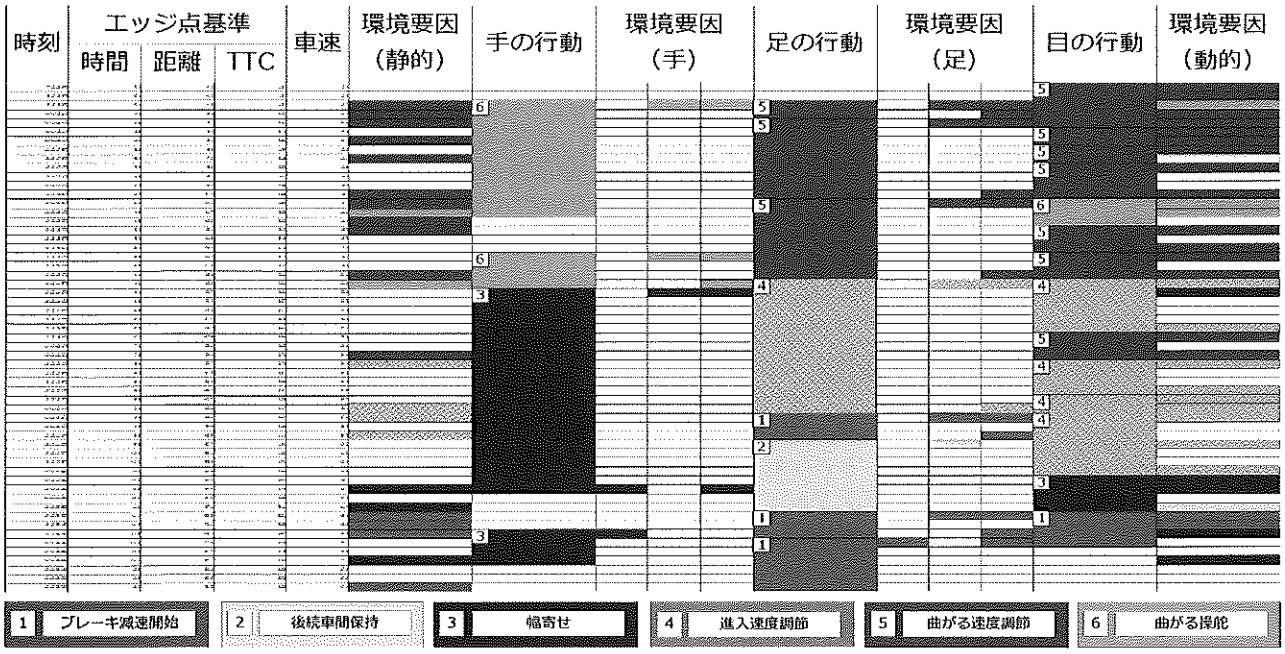


図 2 幅寄せと各行動の刺激連鎖反応

6. 文献

1) 杉山尚子 他：行動分析学入門，産業図書，1998

[連絡先]
たかい しょうた
e-mail: us133069@cc.seikei.ac.jp



視覚障害者誘導用ブロックと床材の輝度比が視認性に与える影響

○秋保直弘*, 大野央人*, 赤塚 肇*
*鉄道総合技術研究所

Discussion about a requirement of luminance contrast between tactile walking surface indicators and their surrounding surfaces

Naohiro AKIU*, Hisato OHNO*, Hajime AKATSUKA*
*Railway Technical Research Institute

1. はじめに

視覚障害者のうち約 9 割はロービジョン者であり，視覚障害者誘導用ブロック（以下，ブロックという）を残存視力で見ながら，必要に応じて白杖等も用いて歩行している．ブロックが視認されるためには周囲面との間の輝度比が重要であり，それゆえ，国内外の指針・規格類の中には輝度比の数値目標を示しているものがある [1]．鉄道分野に関連する指針には数値目標は示されていないが，指針・規格類の昨今の動向を踏まえると，鉄道分野においてもいずれ数値目標が導入されることが想定される [2]．そこで本研究では，床面との輝度比がブロックの視認性に及ぼす影響を明らかにして，鉄道関連施設における輝度比の数値目標に対
して目安となる値を知ることを目的とした．

2. 方法

2.1 実験環境

JIS T 9251 に準拠した塩ビ製の黄色の線状ブロック（安全交通試験研究センター製，SM-300JF）を 1 列に 5 枚並べ，その両側に色を精密に調整可能な試験用床材（富士フィルム製）を 60cm 幅で設置し，評価試料とした（図 1）．なお「道路の移動等円滑化整備ガイドライン」[1]では，先行研究 [3] 等をもとに輝度比の数値目標を 2.0 としている．そのため本実験では，輝度比 2.0 を含む範囲（1.2 ～3.0）を変域とし，この範囲内で 9 段階に実験条件を設けた．実験は外光を遮断した実験室内で実施した．また照明光の正反射が評価作業に影響する可能性を除外するため，床材とブロックはどちらも光沢を抑えた仕様のものを使用した．

また，ブロック表面の突起によってできる陰影が評価結果に影響する可能性を査定するため，ブロックと同色の凹凸のない床材を使って，別途，評価試験を行った．その結果，ブロックと凹凸のない床材との間に有意な差は認められなかったことから，より現場に近い環境を再現することを優先して，ブロックを用いて評価試験を行った．

実験室内の照度は，大規模駅のコンコースを想定した照度（500 ルクス以上）とした．また実験室内における照度の変異が評価に影響を及ぼす可能性を排するため，実験室内における各評価試料の設置位置は固定せず，毎日ランダムに変更した．

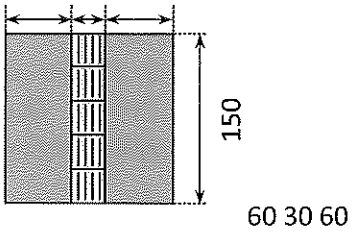


図 1　評価試料（単位：cm）

2.2 体感評価

図 2 のように，実験参加者をブロックと床材の前に立たせ，絶対評価（質問 1～3）と一対比較（質問 4）で体感評価を行った（表 1）．一対比較については輝度比 1.5～2.0 の 6 段階に対してのみ行った．なお順序効果を避けるため，評価はそれぞれの質問ごとにランダムな順序で行った．



図 2　実験風景

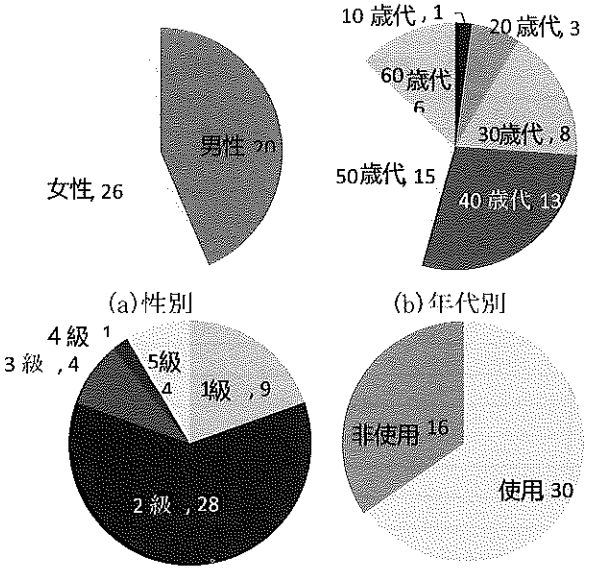
表 1 体感評価の質問項目

質問 1：ブロックの見えやすさはどの程度か？ {①とても見えやすい ②やや見えやすい ③どちらとも言えない ④やや見えにくい ⑤とても見えにくい} 質問 2：安心して歩けるか？ {①とても安心して歩ける ②やや安心して歩ける ③どちらとも言えない ④あまり安心して歩けない ⑤全然安心して歩けない}
質問 3：当該条件におけるブロックと床材の輝度比が数値目標となる場合，賛成できるか？ {①とても賛成できる ②なんとか賛成できる ③どちらとも言えない ④あまり賛成できない ⑤全然賛成できない} 質問 4：ブロックが見えやすいのはどちらか？ （一対比較；5 段階）

2.3 実験参加者

実験参加者はロービジョン者 46 名（男性 20 名，女性 26 名，平均年齢 46.6±SD11.7 歳）であった．

図 3 にその属性の内訳を示す．年代別の内訳は 20 歳代以下が 4 名，30 歳代が 8 名，40 歳代が 13 名，50 歳代が 15 名，60 歳代が 6 名であった．障害手帳の等級としては，1 級が 9 名，2 級が 28 名，3 級が 4 名，4 級が 1 名，5 級が 4 名であった．白杖は使用者が 30 名，非使用者が 16 名であった．疾患については，白内障，緑内障，網膜色素変性症，眼球振盪，加齢黄斑変性等，代表的な眼疾患を広く含んでおり，多岐にわたるロービジョン者の見え方はほぼ網羅されると推察される．



(c) 障害手帳の等級別　(d) 白杖使用・非使用

図 3　実験参加者の属性

3. 結果及び考察

質問 1～3 において結果は同様の傾向を示し，輝度比が大きくなるほど④または⑤と回答された割合は下がり，ブロックの見えやすさや歩く際の安心感，当該輝度比を数値目標とした場合に許容できるかに対し，輝度比と強い関連が見られた．

今回の評価で，最も直接的に当該輝度比が数値目標として相応しいかについて聞いている質問 3 において，実験参加者の各属性要因（性別，年代，障害手帳の等級，白杖使用の有無）に対して分散分析を実施したところ，1.2～3.0 の全ての輝度比の評価において，各属性間に有意差は見られなかった．よって各属性間に違いはないとみなし，全実験参加者でまとめて評価した．

全実験参加者における「全く賛成できない」または「あまり賛成できない」と回答された割合と，輝度比の関係を図 4 に示す．輝度比が大きくなるほど許容できない人の割合は下がり，輝度比と評価の間に強い関係が見られる．輝度比が 1.9 以上では，当該輝度比を数値目標とすることを許容できないロービジョン者は 1 割以下にとどまることが分かる．また，これ以上輝度比を上げても割合は変わらなかった．これはロービジョン者の 9 割が視認できることを意図した ISO23599 の数値目標（マイケルソンコントラスト 30%; 輝度比 1.86）とほぼ等しいことから，駅におけるブロックの輝度比の目安値として 1.9 程度が妥当であると考える．質問 4 において，一対比較の結果はこれらと整合するものであり，試料ごとに算出した尺度間にはいずれの組合せにおいても有意差が見られた．

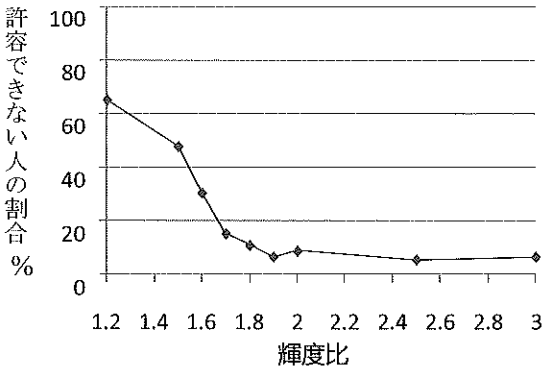


図 4 質問 3 の集計結果

4. おわりに

本研究では，床面との輝度比がブロックの視認性に及ぼす影響を明らかにして，輝度比の数値目標に対して目安となる値を知ることを目的とした．実験の結果，輝度比が 1.9 以上の領域では，当該輝度比を数値目標とすることに賛成できないロービジョン者が 1 割以下にとどまること，ロービジョン者の 9 割が視認できることを意図した ISO23599 の数値目標（輝度比 1.86）とほぼ等しいことから，鉄道関連施設における輝度比の目安値として 1.9 程度が妥当であると考える．

なお本研究では，ロービジョン者が線状ブロックに沿って歩いている場面を想定して実験したが，点状ブロックを使用する場面や，何もないところからブロックを見つける場面は想定していない．今後の検討が必要である．また今回の実験では，大規模駅のコンコースにおける照度を想定して実験を行ったが，小・中規模駅や屋外等を想定した検討も必要である．

5. 文献

1) 財団法人国土技術研究センター：道路の移動円滑化整備ガイドライン,2003.
2)大野央人,水上直樹,田内雅規：視覚障害者誘導用ブロックと国際標準化，日本信頼性学会誌　信頼性 36(2), 98-105, 2014.
3) 岩崎聖司,坂口陸男,秋山哲男：視覚障害者誘導用舗装の現況に関する調査例,舗装, 29(4), 29-34, 1994 .

[連絡先]
あきう なおひろ
e-mail：akiu.naohiro.05@rtri.or.jp

1B1-2

印象評価尺度構成のためのクロスモーダルな知覚を示す形容品詞対の分析

○堀越尚志，磯野春雄，勝又洋子東京電機大学大学院

Analyses of the Cross- Modal Perception in Adjective Pairs for Selection of Evaluation Words

Takashi HORIKOSI, Haruo ISONO, Yoko KATSUMATA

Graduate School of Tokyo Denki University

1. はじめに

感性評価に関する研究では、対象の印象を測定する方法としてSD法（Semantic Differential Technique）がよく用いられる．しかし，SD法における形容品詞対尺度は，過去の研究や実験で用いた形容語であるといった経験則に準ずる場合がほとんどである．本研究では，SD法を用いた研究で多用されている形容品詞対75対を，10種類の感覚モダリティごとに7件法(MD法)で調査した．このデータに対し多次元尺度法と因子分析を用い，SD法における尺度の選定の際，その尺度として相応しい形容品詞対を選ぶための一つの指標を感覚という観点から探ることを目的とした．

2. 研究の方法

2. 1 対象とした形容品詞対について

本研究では鈴木・行場・川畑・山口・小松（2006）[1]の研究を参考にして，計75対の形容品詞対をアンケートに使用した．これらは井上・小林(1985)[3]にもとづき，SD法を用いた研究で多用される形容品詞対68対の中から，社会心理的，教育心理学，人格研究などで使用頻度の高い１２対を除き，さらに近年の感性印象研究で使用された形容品詞対の中で，上述の形容品詞対に含まれていなかった１９対を加えたものとなっている．表１にアンケートに使用した形容品詞対を示す．

2. 2 実験手順

多次元尺度法による分析および因子分析にあたり，鈴木・行場らが考案したMD（modality differential）法を利用して解析用のデータを得た．MD法は各形容品詞対がどの程度，それぞれの感覚モダリティに関連性を持つか，7段階スケールで測定するものである．なお，調査に適用した感覚モダリティは視覚，聴覚，嗅覚，味覚，温覚，冷覚，痛覚，触覚，平衡感覚，身体運動感覚の計
10種類となっている．

75対の形容品詞対×10種の感覚モダリティの組み合せ全750項目を，250項目ずつに分割した3通りのアンケートを作成した．また形容品詞対の提示順序は，順序効果が作用しないよう配慮した．

実験協力者に「0：全く関連がない～6：非常に関連がある」の7件法で各形容品詞対10項目の回答を求め，順に１点から７点までの得点に換算し，集計をした．

2. 3 実験協力者及び調査の時期

21～24歳の大学生15名を対象とした．調査時期は2016年9月～11月であった．

表１．実験で使用した形容品詞対

1	快い-不快な	39	大きい-小さい
2	なめらかな-とげとげした	40	速い-遅い
3	動的な-静的な	41	こせこせした-のんびりした
4	元気な-疲れた	42	うるさい-静かな
5	落ち着いた-落ち着きのない	43	純い-鋭い
6	充実した-空虚な	44	やわらかい-かたい
7	気持ちのよい-気持ちの悪い	45	高級な-質素な
8	生き生きした-生気のない	46	丸い-角ばった
9	荒い-繊細な	47	かわいらしい-にくらしい
10	にぎやかな-さびしい	48	理想的な-現実的な
11	幸福な-不幸な	49	暖かい-冷たい
12	美しい-醜い	50	迫力のある-ものたりない
13	敏感な-鈍感な	51	深い-浅い
14	はげしい-おだやかな	52	やさしい-こわい
15	湿った-乾いた	53	派手な-地味な
16	嬉しい-悲しい	54	澄んだ-にごった
17	重い-軽い	55	あつい-つめたい
18	にぎやかな-静かな	56	親しみやすい-親しみにくい
19	好き-嫌い	57	安定した-不安定な
20	品のある-品のない	58	豊かな-貧しい
21	きれいな-きたない	59	繊細な-頑丈な
22	新しい-古い	60	積極的な-消極的な
23	甘い-苦い	61	感じのよい-感じの悪い
24	陽気な-陰気な	62	強い-弱い
25	良い-悪い	63	なめらかな-ざらざらした
26	美しい-汚い	64	すばやい-のろい
27	たくましい-弱々しい	65	上向きな-下向きな
28	清潔な-不潔な	66	女性的な-男性的な
29	活発な-不活発な	67	緊張した-ゆるんだ
30	感情的な-理性的な	68	自由な-不自由な
31	愉快な-不愉快な	69	きちんとした-だらしのない
32	複雑な-単純な	70	広い-狭い
33	暖かみのある-陰気な	71	はっきりした-ぼんやりした
34	騒がしい-静かな	72	優れている-劣っている
35	まとまった-バラバラな	73	柔軟な-硬直した
36	明るい-暗い	74	頼もしい-頼りない
37	楽しい-苦しい	75	丸い-四角い
38	面白い-つまらない		

3. 分析方法

MD法によって得られたデータから，形容品詞対間の非類似度データを算出し，多次元尺度法と因子分析の両分析に適用した．　多次元尺度法を使用するにあたって，75対の形容品詞対をすべて同時に出力するとグラフが読み取りづらくなるた

め，まずアンケートによって得られた非類似度データをクラスター分析にかけ，その結果をもとに感覚に関する形容品詞対(全 38 対)と印象に関する形容品詞対(全 37 対)として二つのグループに分けて分析を行った．紙面の都合から，今回は感覚に関する形容品詞対についての多次元尺度法と因子分析の結果について記述する．

4. 結果

感覚に関する形容品詞対全 38 対を多次元尺度法に適用してプロットしたものを図 1 に示す．また，因子分析にかけた結果を表 2 に示す．

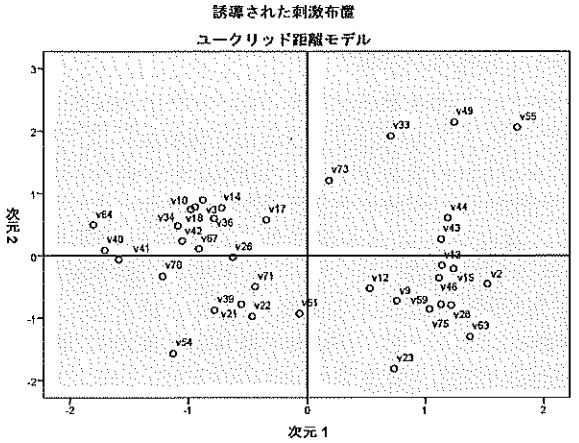


図 1. 多次元尺度法(感覚に関する形容品詞対)　因子分析の結果を見ると，第 1 因子には聴覚と身体運動・活動性に関する項目が現れている．そのほか，右図では割愛されているが v17「重い -軽い」などの力量性に関する項目や，v36「明るい -暗い」や v26「美しい -汚い」などの視覚に関する項目も含まれていた．多次元尺度法では，v40・v41・v64 などが身体運動・活動性に関する項目が左端にまとまって現れており，その右側に第 1 因子の聴覚に関する項目が密集している．　第 2 因子に分類された触覚に関する各項目は，第 1 象限と第 4 象限にまたがってまとまりを見せている．特徴的な点として，v12「美しい -醜い」v21「きれいな -きたない」v26「美しい -汚い」の 3 項目はある程度距離をおいて分布しており，v12「美しい -醜い」に関しては第 4 象限の触覚に関する形容品詞対の集まりとともに現れている．　v17「重い -軽い」v39「大きい -小さい」v51「深い -浅い」v70「広い -狭い」などの力量性に関する項目は視覚と聴覚に関する項目の周辺に点在している．　温覚・冷覚に関する形容品詞対は v33「暖かみのある -陰気な」v49「暖かい -冷たい」v55「あつい -冷たい」で，第 1 象限にほかの項目から離れて分布している．因子分析では第 5 因子としてこれら三つの項目が現れている．　全体として，触覚などの近感覚に関する形容品詞対と聴覚・視覚に関する形容品詞対の心理的距離は遠く，また聴覚と視覚の形容品詞対は力量性因子を持つ形容品詞対とともに現れることが分かった．

表 2. 因子分析結果(感覚に関する形容品詞対)

形容品詞対	聴覚	触覚	視覚	力量性
騒がしい－静かな	.942	.085	.249	.058
うるさい－静かな	.928	.055	.178	.093
速い－遅い	.900	-.142	.117	-.085
緊張した－ゆるんだ	.904	.045	.052	.011
動的な－静的な	.903	-.042	-.301	-.126
はげしい－おだやかな	.902	.131	.180	.139
こせこせした－のんびりした	.880	-.083	.148	-.067
にぎやかな－さびしい	.880	-.123	.263	-.204
にぎやかな－静かな	.771	.051	.339	-.341
丸い－四角い	-.088	.967	.137	.127
美しい－醜い	.155	.939	.229	.015
なめらかな－ざらざらした	-.165	.925	.017	.015
丸い－様様な	.040	.924	.136	.284
様様な－頑丈な	.041	.908	-.035	.037
丸い－角ばった	.025	.850	.096	.448
湿った－乾いた	.219	.810	.264	.104
なめらかな－とげとげした	-.263	.727	.008	.550
新しい－古い	.202	.086	.878	.236
はっきりした－ぼんやりした	.448	.115	.788	.272
きれいな－きたない	.434	.392	.769	.040
澄んだ－にごった	.259	.213	.755	-.276
純い－雄い	.023	.115	.074	.947
敏感な－鈍感な	-.171	.277	.115	.901
やわらかい－かたい	-.015	.395	-.129	.763
清潔な－不潔な	-.265	.267	.446	.621
大きい－小さい	.534	.270	.158	.554

4. まとめと今後の課題

今回調査の対象とした形容品詞対では，聴覚・身体運動・触覚に関する項目が高い因子負荷量を示した．視覚に関する項目は聴覚に関する因子に対しても負荷量が高く，今回の因子分析での寄与率はあまり高くなかった．また，印象に関する形容品詞対の分析では評価性・活動性に関する因子だけでなく，より個人の感情やイメージに影響を受けた因子も抽出された．　今後は本研究で得られた結果から印象評価に最適な形容品詞対を選出し，画像を対象にＳＤ法を用いて評価実験を行い，今回の結果の有用性を検証していく予定である．

5. 参考文献

[1] 鈴木美穂，行場次朗，川畑秀明，山口浩，小松紘：モダリティ・ディファレンシャル法による形容詞対の感覚関連性の分析，心理学研究第 77 巻第 5 号 pp. 464-470，2006

[2] 井上正明，小林利宣：日本における SD 法による研究分野とその形容詞対尺度構成の概観，教育心理学研究, 33, 253-260，1985

[3] 長潔容江・原口雅浩：絵画印象の研究における形容詞対尺度構成の検討Ⅱ，久留米大学心理学研究第 13 号，2014

[連絡先] 堀越 尚志
e-mail:15rmd15@ms.dendai.ac.jp

1B1-3

分光測色計を用いたアルコールパッチテストの評価の検討

○田村京子*，菅澤威仁**，清水智美***，大塚裕子*，牛山蓮美*，大徳紘也*，丹波泰子*，太田 眞*

*大東文化大学 スポーツ・健康科学部，**筑波大学 医学医療系，

***桐蔭横浜大学 医用工学部

A study on the evaluation of the alcohol patch test with spectrophotometer

Kyoko TAMURA*, Takehito SUGASAWA**, Tomomi SHIMIZU***,

Yuko OTSUKA*, Hasumi USHIYAMA*,

Hiroya DAITOKU*, Taiko TANBA*, Makoto Ohta*

1. 背景と目的

我国でのアルコール消費量は戦後から増加し、それに伴いさまざまな飲酒問題が生じてきている。その対策として未成年時の飲酒教育の確立が必要であり、飲酒に対する自己の体質や個人差を認識することを組み入れることが大切である。現在、飲酒に対する体質（アセトアルデヒド脱水素酵素 2（ALDH2）変異型を検出する）をスクリーニングできる方法は、いろいろと用いられているが、安価で簡便な方法としてアルコールパッチテスト [1]がある。これは少量のアルコールを皮膚に暴露させ、皮膚にあるカタラーゼによって、アルコールの酸化がおこりアセトアルデヒドが生成する。このアセトアルデヒドはアルコール代謝過程の酵素である ALDH2 の働きによって代謝することができる（ALDH2 遺伝子多型には一塩基多型で野生型:*ALDH2*1/*1*、変異型:*ALDH2*1/*2*、*ALDH2*2/*2* が存在する）。しかし、ALDH2 の働きが低い（*ALDH2*1/*2*）あるいはない（*ALDH2*2/*2*）ヒトは代謝が低く、蓄積し毛細血管が拡張し発赤がおこることを利用している方法である。しかし、同方法ではアルコール暴露に対する皮膚変化の判定が目視であるため、周囲の明るさや判定者の主観によって判定に影響があり客観性に欠けているという問題がある [2]。そこで我々はアルコールパッチテストの判定にハンディ型の分光測色計を用いてアルコールパッチに対する皮膚の色変化を数値化し、評価方法を検討した。

2. 方法

実験参加者には、十分なインフォームド・コンセントを行い同意のあった男女 59 名（20.6±0.8 歳）とした。アルコールパッチテストは、樋口 進ら [1]の方法に準じている。まず、アルコール綿を貼付する前に前腕内側部位に図 1 のように四角をかたどったサージカルテープを貼り、その内側を測色部位とし、アルコール綿を貼付する前に分光測色計(図 1)で測定した（貼付前値）。次に個装されたアルコール綿 1 枚を(アルウエッティ one-E オオサキメディカル(株))を 37ｍｍ×20ｍｍにまで折りたたんだものを貼付し 7 分後に外し直ちに測色計で測定し、同時に目視判定をおこなった（7 分値）。次にアルコール綿を外したままの状態で 10 分後も同様に測定した（17 分値）。測色値は、L*a*b*表色系における座標 L*、a*、b*を用いて色を解析した。一方、目視判定基準は、皮膚に変化なしを強い体質（野生型：*ALDH2*1/*1*）ほんのり赤いを中間の体質（変異型：*ALDH2*1/*2*）とても赤いを弱い体質（変異型：*ALDH2*2/*2*）とした。同時に飲酒実態に関する質問紙によるアンケートもおこなった。

2.1 分光測色計 CM-700d（図 1）

皮膚の測色には、分光測色計 CM-700d（コニカミノルタジャパン（株）から借用）を用いた。主な仕様は、測定用光源：パルスキセノンランプ (UV カットフィルタ付き)、受光光学系：SCI 正反射光を含む、測定径 ：φ8 mm、測定時間：1 秒、観察条件：10°視野、白色校正後、自動二重測定をおこなった。測色値は、L*a*b*表色系で表し、座標 L*、a*、b*の明度を L*、色相と彩度を示す色度を a*、b*で表し（図 2）色の方向を示している。a*の(+ a*)は赤色方向、(-a*)は緑色方向、そして b*の(+b*)は黄色方向、(-b*)は青色方向を示し数値が大きくなるほど色あざやかになり、中心に近づくほどすんだ色となる。



図 1. 分光測色計(CM-700d) コニカミノルタジャパン（株）

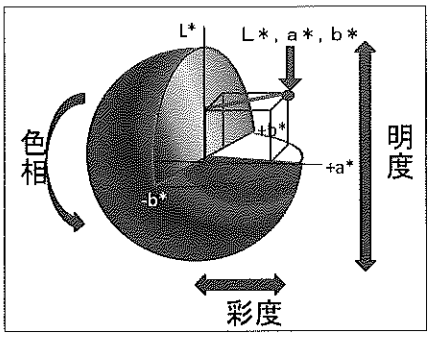


図 2. 色の三属性について

2.2 測色値を Δa*による解析

アルコールパッチテストの陽性は、皮膚の赤みの程度である。この赤みは、測色値 L*、a*、b* の中で a*で表現されているため、(+a*)の値が大きいほど赤みが強いことを表している。貼付前の測色値を基準 a^*_0 とし 7 分値の a^*_7、17 分値 a^*_{17} の変化量を Δa^*_7、Δa^*_{17} とし比較検討した。

2.3 測色値を色差による解析

色差式を図 3 に示すように L*a*b*表色系における色差(ΔE*ab)とは、座標 L*、a*、b*の差である ΔL*、Δa*、Δb*によって定義される 2 つの測色値を立体の色空間の中での最短距離を表している。貼付前の測色値を基準とし 7 分値、17 分値との色差を用いて発赤の色の変化量を ΔE^*ab_7、ΔE^*ab_{17} とし比較検討した。一般的に色差とは、0～0.1 は目視では色の違いが判別できず、0.2～0.4 は色検査に慣れた人なら判別でき、3.0 以上になると全く色が異なるレベルである。

$$\Delta L^* = \Delta L^*_1 - \Delta L^*_2$$

$$\Delta a^* = \Delta a^*_1 - \Delta a^*_2$$

$$\Delta b^* = \Delta b^*_1 - \Delta b^*_2$$

$$\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

図 3. 色差式

3. 結果と考察

3.1 目視方法による解析

従来の目視方法によるアルコールパッチテスト(n=59)の判定結果は、アルコールに強い体質（野生型：*ALDH2*1/*1*）61.0%、ほんのり赤いを中間の体質（変異型：*ALDH2*1/*2*）27.1%、とても赤いを弱い体質（変異型：*ALDH2*2/*2*）11.9%であった。しかし、林田らによると日本人女子大生による ALDH 2 遺伝子型は、*ALDH2*1/*1*、54.2％、*ALDH2*1/*2*、39.6%、*ALDH2*2/*2*、6.2%と報告されている[3]。この遺伝子解析は、日本人を対象とした他の報告の結果とほぼ同じである[2]。これらと比較すると本研究の目視判定のアルコールパッチテストは「とても赤い *ALDH2*2/*2*」は 11.9%であり、林田らの報告である[3] 6.2%と比べると高値であった。これは目視判定した 11.9%中に「ほんのり赤い(*ALDH2*1/*2*)」が含まれていると推測でき目視判定者の主観が影響している可能性がある。

3.2 測色値による解析

表 1 は、座標 L*、a*、b*で得られた測色値を Δa*と色差の変化量で解析した結果を統計学的に有意な判定の基準値、平均値＋2SD 以上と定義して「とても赤い *ALDH2*2/*2*」の検出率の結果である。先述した林田らの報告[3]からも遺伝子解析による *ALDH2*2/*2* は 6.2%前後であるので、表 1 のアルコール綿を外した直後（7 分値）の測色値解析は、Δa*が 5.1%と色差でも 6.8%であり両解析方法での 7 分値が「とても赤い *ALDH2*2/*2*」の検出に有効であることが示唆された。

表 1「とても赤い *ALDH2*2/*2*」を平均値＋2SD 以上と定義した場合の検出率（n=59）

	7 分値 平均値＋2SD	n(%)	17 分値 平均値＋2SD	n(%)
Δ a*	0.36＋3.16	5.1	1.15＋4.16	3.4
色差	2.17＋2.32	6.8	2.72＋3.40	3.4
				p＜0.05

4. 結論

分光測色計をもちいたアルコールパッチテストは、従来の目視判定と比較しても簡便で客観的であり、アルコールにとても弱い体質 ALDH2 変異型（*ALDH2*2/*2*）を検出するのに有効なスクリーニング方法であることが示唆された。今後は、測色値と ALDH2、ADH1B などの遺伝子多型との関係や 17 分値の意義などの更なる検討が必要である。

5. 文献

1) 樋口 進:エタノールパッチテストの意義,日本臨床, 55, 582-587, 1997.
2) 富所雄一：ALDH2 変異型の新たなスクリーニング法の開発—血流計、測色計を用いたアルコールパッチテスト—,愛媛医学, 32(1), 29-38, 2013.
3) 林田真梨子・鎌田由佳、大田智子、児島沙由梨、増見恭子、村田成範、木下健司：女子大生におけるエタノールパッチテストの反応性と ALDH2 および ADH1B 遺伝子多型との関連,日衛誌, 70, 134-138,2015

[連絡先]
田村 京子
e-mail：ktamura@ic.daito.ac.jp

1B1-4

エレベータの乗り心地評価に関する研究

○山口大輝*，高田一**，松浦慶総**
*横浜国立大学大学院工学府，**横浜国立大学大学院工学研究院

Study on Evaluation of Riding Comfort for Elevators

Hiroki YAMAGUCHI *, Hajime TAKADA**, Yoshifusa MATSUURA**
*Graduate School of Engineering Yokohama National University,
**Faculty of Engineering Yokohama National University

1. はじめに

現在，エレベータといった輸送機器における駆動音・乗り心地の評価指標は音圧レベルや振動加速度の大きさによってのみ決定している．しかし，同じ振動加速度あっても周波数や発生する波の頻度によって感じ方は人それぞれであり，乗り心地には個人差があることが問題点として考えられている．そのために，個人の感受性を考慮した上で乗り心地を定量的に評価できる手法を確立することが求められている．そこで，本研究ではエレベータの乗り心地を評価する際に生理指標を取り入れて，それぞれの評価を行うことで，エレベータの乗り心地を表すのに有効な生理指標を発見し検
討することを目的とする．

2. 実験方法

2.1 実験概要

本研究では乗り心地が異なると思われる 2 つのエレベータに乗ってもらい，それぞれのエレベータに対する被験者の主観評価と生理指標，また，エレベータの 3 軸方向の加速度をそれぞれ計測し，主観評価との関係を調査していく．

主に計測する生理指標としては荷重変化，筋電位，脳波，皮膚電位とした．また，主観評価として，エレベータ内において被験者には評価スイッチを持ってもらい被験者が不快と感じた任意のタイミングにおいて押してもらうように指示した．

2.2 実験装置・測定項目

3 軸加速度計に関しては被験者の足元に設置して重力加速度がかかった状態をゼロとするようにした．荷重変化に関しては，市販の靴の右片方の裏側に 3 つのロードセルを取り付けて，被験者の荷重を測れるようにした装置を用いた．ただし，ロードセルの取り付け位置はそれぞれ小指付け根，親指付け根，かかと部分であり，立ってもらった状態で特に大きな荷重のかかる 3 点となっている．筋電位に関しては，立位姿勢を保持する抗重力筋群から脊柱起立筋，大腿四頭筋，ハムストリングス，下腿三頭筋の 4 箇所を測定した．脳波に関してはサンプリング周波数 128 Hz で後頭部に電極を取り付けて計測した．実験装置の概略図を Fig.1 に示す．

2.3 実験環境

実験に使用した 2 つのエレベータは同じメーカーのものであり，用途や定員，建物の階数は同じものとした．ただし，それぞれのエレベータが設置されている建物は異なり，そのために建物が完成した時期のずれに合わせて，エレベータの性能や速度，乗り心地は異なるものと考えられる．ここでは，1988 年に完成した建物に搭載されているエレベータを A，2000 年に完成した建物に搭載されているエレベータを B とした．

被験者に立ってもらった位置としてはエレベータ内の中央と扉を前方としたときの後方に寄りかかってもらったときの 2 パターンで行った．ただし，実験の順番は順序効果を考慮して被験者ごとにランダムとした．

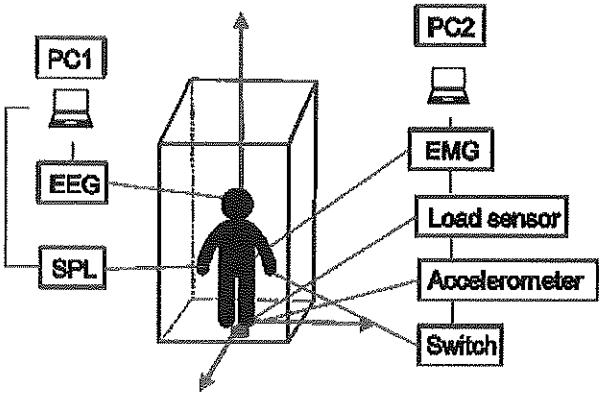


図 1 実験装置概略図

2.4 主観評価アンケート

エレベータによる乗り心地の違いを比較するために計測装置をつけていない状態で被験者 6 名にエレベータ A と B を乗り比べてもらい上下振動の加速度感，上下振動，前後振動，左右振動のそれぞれについて大きいと感じたほうと好ましいと思ったほうを答えてもらった．その中で上下の加速度感と乗り心地について示したグラフを表 1 に示す．

表 1 主観評価アンケート（乗り心地）

		Vertical Acc		Ride
		Scale	Favorable	Favorable
Subject	1	B	B	B
	2	A	B	B
	3	A	C	C
	4	B	A	A
	5	C	C	A
	6	A	B	B

Tab.1 より，被験者によって好ましいと感じるエレベータの乗り心地は異なっていることが分かる．それぞれのエレベータの加速度を比較してみると突発的な振動が A は多いが，全体を通しての加速度の値は B が大きいという傾向があった．そのため，被験者それぞれが全体的な加速度の大きさを不快とするか，突発的な振動を不快とするかの違いによって好ましい乗り心地の意見が分かれたと考えられる．また，乗り心地は上下の加速度感の好ましさとの相関が高いと考えることが出来る．

3. 実験結果及び考察

3.1 評価スイッチ

実験後における被験者によるアンケートの感想から不快だと感じた理由及びポイントについては，エレベータの動き出しと到着時における重力の変化を感じた時とエレベータが揺れて足から振動を感じた時であると報告された．そのため，エレベータが加速，減速しているときと，一定速度で走行しているときでは不快と感じている原因は異なると考えられる．実験から得られた上下加速度のデータとスイッチ評価の例を図 2 に示す．

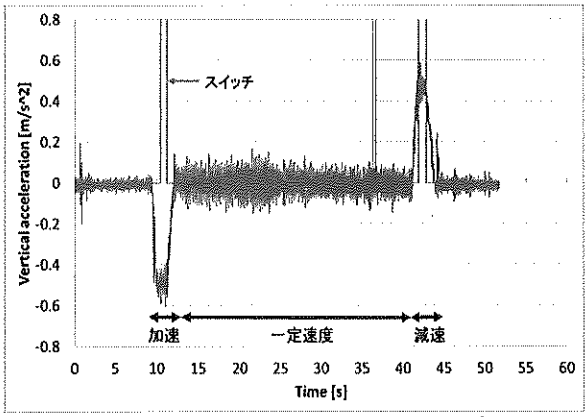


図 2 上下加速度とスイッチ評価のデータ例

そこで，エレベータが一定速度で走行しているときに被験者が不快と感じたタイミングとその数秒前の 3 軸加速度計のデータを比較し，原因となる振動方向について調査を行った．

被験者 3 名による中央に立ってもらった計 24 試行の内，エレベータが一定速度で動いているときに被験者が不快だと感じたのは計 29 回あった．また，計 29 回の被験者が不快だと感じた原因だと思われる振動方向の内訳を表 2 に示す．ただし，2 つの振動方向が書いてあるものはそのどちらかが原因，もしくはそのどちらもが原因だと考えられる．表 2 より，前後振動のみと上下振動のみはどちらも左右振動のみに比べて不快と感じやすいこととが分かった．そのため，正面を向いてエレベータの中央に立ったときの左右振動は不快感の原因とはなりにくい可能性がある．

表 2 不快感の原因内訳

前後のみ	左右のみ	上下のみ	前後左右	前後上下	左右上下	不明	合計
6	1	4	5	2	6	5	29

3.2 荷重変化

前後振動が不快感の原因と考えられるタイミングでの荷重変化のデータを例として図 3 に示す．

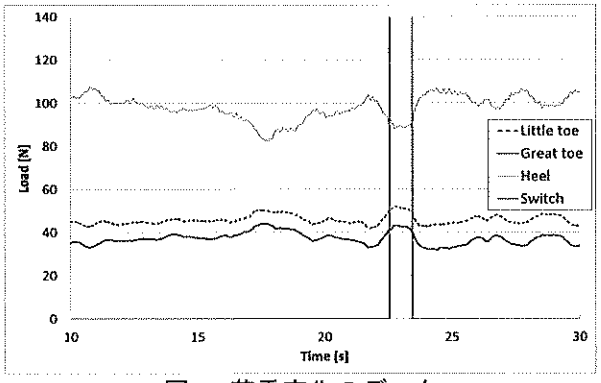


図 3 荷重変化のデータ

図 3 より，被験者が不快と感じたタイミングにおいて荷重がかかと側からつま先の小指と親指側に移動していることが分かる．このことから，被験者は前後方向に揺らされて荷重を変化させられたことが不快感につながった可能性があると考えることが出来る．

3.3 筋電位

サンプリング周波数 500 Hz で計測した筋電位について絶対値を求めて，100 点で平均を求めることで平滑化を行い，ARV を求めた．

その結果，下腿三頭筋において，不快と感じたタイミングで ARV が大きくなっていることがいくつかのデータから確認することが出来た．そのため，不快と感じたタイミングで筋肉を使っている可能性があることが分かった．

4. まとめ

本研究ではエレベータの実機 2 台を用いて，被験者が不快と感じたタイミングと生理指標の対応を確認することで，エレベータの乗り心地について評価を行った．被験者が不快と感じている原因が前後方向の振動と予測した時において荷重変化と筋電位の変化が確認でき，エレベータの乗り心地を評価するのに有効な生理指標である可能性を示した．

5. 参考文献

1)藤波和寛 他「高速エレベータの乗り心地評価法に関する研究」交通・物流部門大会講演論文集 2004(13), 141-144, 2004-11-30

[連絡先]
山口 大輝
横浜国立大学大学院工学府
〒240-0067 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-1 e-mail：yamaguchi-hiroki-yv@ynu.jp

1C1-1

高齢者後方転倒時における転倒検知指標の確立

○二之宮侑樹*，高田一**，松浦慶総**
*横浜国立大学大学院工学府，**横浜国立大学大学院工学研究院

Establishment of the fall detection indicators at the time of the elderly behind falling

Yuki NINOMIYA*, Hajime TAKADA**, Yoshifusa MATSUURA** *Graduate School of Engineering Yokohama National University,
**Faculty of Engineering Yokohama National University

1. はじめに

日本では高齢化が進み寝たきりとなる人が増加している．寝たきりの大きな原因の一つとして転倒・骨折があげられ．介護が必要となった原因の構成割合で 10.2%と高い割合を示している [1]．その解決策として，転倒時に衝撃吸収する装着型エアバック機器開発が考えられる．そこで開発の初期段階として本研究は，機器を作動させるための転倒検知指標を確立させることが目的である．

2. 転倒検知指標の決定要件

本研究は，寝たきりになりやすい大腿骨骨折，脊椎・腰椎圧迫骨折を引き起こす側方・後方への転倒に対して，高齢者を保護できる Fig.1 のようなシステムの装着型エアバック機器開発を目標とする．また，転倒を検知するセンサとして身体動作をとらえやすい 3 軸加速度・角速度計を用いる．

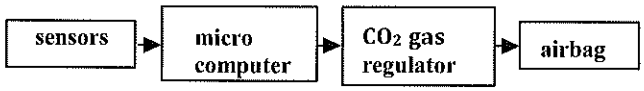


Fig. 1 Fall airbag system

以下 3 つの要件を満たす指標を確立する．

・エアバック作動に間に合う接地 0.25s 前より早く検知できる指標．

・転倒特有の脚腰落下・脚回転動作を加速度・角速度でとらえる指標．

・側方・後方転倒を 5 種類行い，歩行・座る動作と区別し，転倒を検知できる指標．

3. 実験

3 軸加速度・角速度計により転倒を歩行・座る動作と区別し検知する指標を確立する実験を行った．研究目標は高齢者を転倒被害から守ることだが，高齢者の転倒実験は怪我の危険があるため，実験は事前に研究内容・方法を十分説明し，同意を得た健常若年者 5 名（転倒 3～5 は 4 名）で行った．

3.1 実験装置

モーションキャプチャシステム(Optitrack)を配置し，そのマーカーを 9 カ所（胸・丹田・左右股関節・左右膝・左右足関節・マット）取り付け，加速度・角速度計（小型無線多機能センサ TSND151)を 2 個（腰中央・左大腿部）取り付けた．また，安全のため被験者には保護帽，肘・膝プロテクターを装着してもらい，転倒時はマットを三方に置き，マットを適宜動かせるスタッフを近くに配置した． 各測定装置のサンプリング時間は 0.02s とした．実験装置概要を Fig.2 に示す．

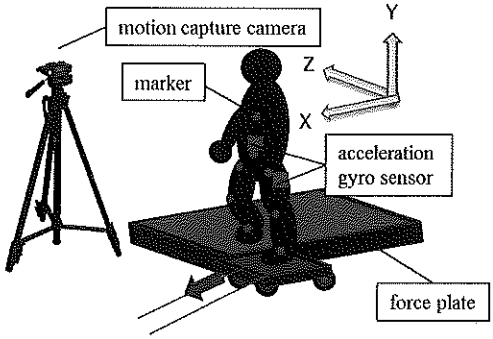


Fig. 2 Experimental apparatus

3.2 実験方法

3.2.1 歩行

片足接地してから次の遊脚が接地するまでを 1 試行とした．自然歩行・早歩き(0.4s/step)・遅歩き(0.9/step)・歩行速度変化(早→遅，遅→早)・歩隔変化歩行・左右方向転換・高齢者模擬装具装着歩行と 8 種類の歩行を計 102 試行行った．

3.2.2 座る

椅子の前に立ってから椅子に座り，安定するまでを 1 試行とし，計 50 試行を行った．椅子としては高さ 45cm のパイプ椅子を用いた．

3.2.3 転倒

体重移動の際に遊脚が移動を始めた瞬間から転倒接地前 0.25s 前を 1 試行とした．転倒方法として 5 種類で計 183 試行行った．各転倒方法は高齢者転倒動画に近づくよう条件を定めたが，再現性を低くするためあえて転倒方法に関して詳しい指示は与えなかった．

転倒 1：左足片足立ち状態で腰を左に動かし転倒．

転倒 2：左足片足立ち状態で腰を左後ろ 45° 方向に動かし転倒．

転倒 3：左足で歩行路に置いてある障害物を内側から跨ぎ，重心が左に寄っている状態で右足を左足に交差させることで転倒．

転倒 4：左足片足立ち状態で腰を後ろに動かし転倒．

転倒 5：Fig.2 のような車輪を付けた台車に左足を乗せ，閉眼で暗算タスクをしている最中にスタッフが台車を紐で前に引き転倒．

4.実験結果及び考察

腰センサx軸加速度出力値をa_{hx}, 左大腿センサをa_{lx}といった表記を用いた．また，安静時の出力値でオフセットした値を用いた．

4.1 指標設定方法

転倒 4 のa_{hy}, a_{ly}, ω_{lz}の波形例を Fig.3 に示す．0s が転倒開始時，点線時が接地 0.25s 前である．

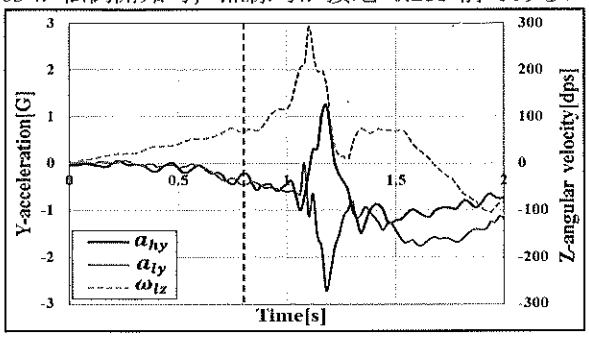


Fig. 3 Fall waveform

Fig.3 で示すように，転倒全試行で脚腰落下としてa_{ly}, a_{hy}は負の値となった．また，脚回転として腰接地転倒で ω_{lz}は正，大腿部接地転倒でω_{lx}は負の値となった．よって，1. a_{ly} and $a_{hy} < 0$G,

2. $\omega_{lx} < 0$dps 3. $\omega_{lz} > 0$dps の 3 条件から閾値を Step1, 2 の順に定めた．

Step1: 転倒全試行が 1.$a_{ly} <$ A and $a_{hy} <$ B 2. $\omega_{lx} <$ C 3. $\omega_{lz} >$ D の 1 and 2 か 1 and 3 を満たす A～D 最小（大）値を B, A, C(D)の順で求めた．そして，転倒時の各値が 1,2 を満たせば「大腿接地」，1～3 を満たせば「両方接地」，2,3 を満たせば「腰接地」と 3 グループに分けた．

Step2: Step1 で求めた条件を満たす歩行・座る試行から，各グループで転倒試行のみ検知できる閾値を求めた．閾値は各グループの歩行・座る試行の平均値±2σ と最小(大)値から，転倒のみ検知できる値を求め，a_{ly}, a_{hy}, ω_{lx}, ω_{lz}の各閾値を or, and を用いて決定した．

4.2 指標設定結果

Step1: A～D を求めた結果を Tab.1 にまとめた．

Tab. 1 Threshold of detect fall whole try

A[G]	B[G]	C[dps]	D[dps]
-0.2	-0.3	-60	60

Step2: Step1 を満たす試行は「大腿接地」歩行:3 試行，「両方接地」歩行:1 試行，「腰接地」歩行:6 試行，座る:18 試行となった．これらの試行の平均値±2σ と最小(大)値から転倒のみを検知する範囲を求めると以下のようになった．

「大腿接地」

$$\begin{cases} a_{ly} < -0.61\text{G} \\ a_{hy} < -0.46\text{G} \\ \omega_{lx} < -129\text{dps} \\ a_{ly} < -0.44\text{G} \text{ and } a_{hy} < -0.42\text{G} \text{ and } \omega_{lx} < -70\text{dps} \end{cases}$$

「両方接地」

$$\begin{cases} a_{ly} < -0.25\text{G} \\ a_{hy} < -0.33\text{G} \\ \omega_{lx} < -64\text{dps} \\ \omega_{lz} > 182\text{dps} \end{cases}$$

「腰接地」

$$\begin{cases} a_{ly} < -0.81\text{G} \\ a_{hy} < -0.59\text{G} \\ \omega_{lz} > 182\text{dps} \\ a_{ly} < -0.37\text{G} \text{ and } a_{hy} < -0.59\text{G} \text{ and } \omega_{lz} > 75\text{dps} \end{cases}$$

各条件は 4 つ中 1 つでも満たせば転倒(or)である．

4.3 検知可能試行

4.2 の指標で検知できる転倒数を Tab.2, そのグループ内試行数を Tab.3 に示す．Tab.3 のカッコ内値は検知できなかった試行数を表している．

Tab. 2 The number of fall detection try

試行名	全試行数	検知試行数	検知率[%]
転倒 **1**	40	34	85
転倒 **2**	40	37	93
転倒 **3**	40	35	88
転倒 **4**	14	14	100
転倒 **5**	49	47	96
計	183	167	**90**

Tab. 3 The number of try for each group

試行名	大腿接地	両方接地	腰接地
転倒 **1**	14(1)	3	17(5)
転倒 **2**	6(2)	3	28(1)
転倒 **3**	13(4)	4	18(1)
転倒 **4**	1	1	12
転倒 **5**	1	2	44(2)
計	35(7)	13	119(9)

検知率は全試行で 90%であった．検知できなかった 16 試行中 7 試行は「大腿接地」に属する転倒であった．これらの試行は値が閾値を超えるのが接地 0.25s 前より遅く，今回の指標で検知するのは難しい．よって，今後積分など時間概念を指標に含めることや，両大腿部にセンサをつけ，左右差等を利用してさらに早く検知できる指標を見つける必要がある．残りの 9 試行は「腰接地」に属する転倒であった．値が閾値を超えるのが接地 0.25s 前より遅い試行が 5 試行あり，残りの 4 試行は転倒中に身体のひねりが生じ，ω_{hy}, ω_{ly}成分が大きな値を示すことで他成分角速度が小さくなり検知できなかった．よって今後はω_{hy}, ω_{ly}を加えて指標を考える必要がある．

5. 参考文献

1) 厚生労働省「平成 22 年国民生活基礎調査：要介護者の概要」

[連絡先]
二之宮 侑樹
e-mail：ninomiya-yuki-xv@ynu.jp

1C1-2

着座時の脊柱形状と人体特性の関係の調査

○太田誠*，平山健太*，伊藤智*，櫻井篤実*

*（株）本田技術研究所

Analysis of relationship between spinal curvatures in seating and in standing

Makoto OHTA*, Kenta HIRAYAMA*, Tomoo ITO*, Atsumi SAKURAI* *Honda R&D Co.,Ltd.

1. はじめに

長時間の自動車運転で起こる腰の痛み，臀部の痺れ，下肢のだるさなどの着座疲労は，着座姿勢や体圧分布などにより評価され，シートの硬さや形状などが関係していることが知られているが，同じシートに座っても，疲労する部位や疲労が発生するまでの時間には個人差が現れることから，座る人の特性(以下，人体特性)の影響も関係していることが考えられる．

人体特性に着目した例としては，西垣ら [1]が，着座時に快適に感じる頭部と胸部，大腿と骨盤の相対角の個人差と体圧分布との関係を報告している．

また，着座姿勢は腰椎の後弯が大きい状態，いわゆる猫背姿勢になると疲労が起こり易いと言われていることから，本研究では人体特性として，シートの影響を受けない立位での脊柱形状の個人差に着目し，着座時に猫背姿勢になりやすい立位時の脊柱形状の傾向を把握した．

2. 実験と解析の方法

2.1 研究参加者

研究参加者は健常成人 60 名(男性 30 名，女性 30 名)とし，年齢 39.6±11.6 歳(平均±標準偏差)，身長 165.1±8.3cm，体重 58.9±12.0kg であった．

なお，本実験は（株）本田技術研究所の生命倫理委員会の承認を得て行った．研究参加者は（株）インテージの協力を得て公募により集めた．事前に実験責任者から口頭および書面で本研究の目的，内容を十分に説明し，書面にて参加の同意を得た．

2.2 実験用シート条件

実験には支持面形状を任意に調節可能な実験用シートを用いた(図 1)．このシートは，着座中の脊柱形状を測定できるように，背もたれの中央部にスリットが設けられている．シート条件は，着座時の脊柱形状に個人差を生じさせることを意図し，腰椎から仙骨にかけて背もたれの支持を弱くした．

また，ステアリングを取り付けた治具と足置台を用いた．

2.3 脊柱形状の測定

脊柱形状の測定には操作が簡便で非侵襲性であるスパイナルマウス(インデックス社製)を用い，着座時の脊柱形状(胸椎後弯角(以下，ThSp)，腰椎前弯角(以下，LSp)，仙骨傾斜角(以下，Sac/Hip))と，人体特性(直立位の ThSp，LSp，Sac/Hip および ThSp，LSp，Sac/Hip の立位体幹前屈位(以下，前屈位)と立位体幹後屈位(以下，後屈位)の差(以下，可動域))との関係を調査した．

図 2 に ThSp，LSp，Sac/Hip を示す．ThSp は第 1 胸椎(Th1)から第 12 胸椎(Th12)までの胸部脊柱全体の弯曲であり，Th1/2～Th11/12 までの椎骨角の合計，LSp は第 12 胸椎(Th12)から第 1 仙椎(S1)までの腰部脊柱全体の弯曲であり，Th12/L1～L5/S1 までの椎骨角の合計，Sac/Hip は第 1 仙椎(S1)，第 3 仙椎 (S3)を結ぶ線と鉛直線のなす角度とした．ThSp，LSp ともに後弯の場合を正符号，前弯の場合を負符号とした．Sac/Hip は鉛直線に対して，前傾斜の場合に正符号，後傾斜の場合に負符号とした．

直立位，前屈位，後屈位ともに足は肩幅に広げ，前屈位は膝関節伸展位での体幹前屈位とし，頭部と上肢は重力に抗さず下垂位とした．後屈位は前屈位同様に膝関節伸展位での体幹後屈位とし，前方視線で上肢を胸部位置で組んだ姿勢とした．研究参加者にはこれらの姿勢を維持してもらい，スパイナルマウスを第 7 頸椎(C7)から第 3 仙椎(S3)までの棘突起上に当て，頭側から尾側へ移動させ，脊柱形状を測定した．

2.4 解析方法

着座時の ThSp，LSp，Sac/Hip を変数として，クラスター分析を行い，群間で有意差のある人体特性を分析した．分析には統計パッケージ SPSS Statistics 24 を用いた．

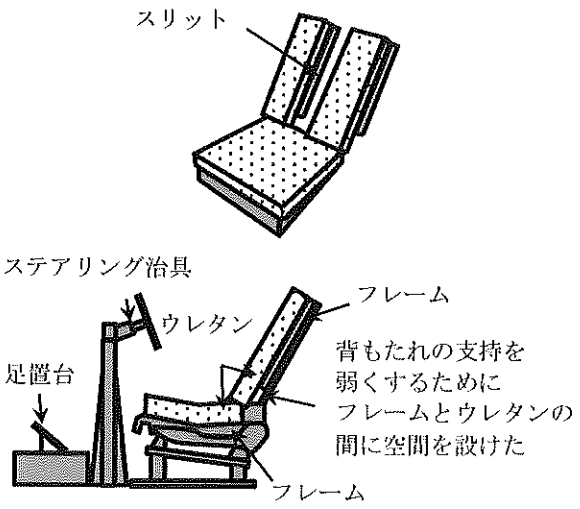


図 1. 実験用シート

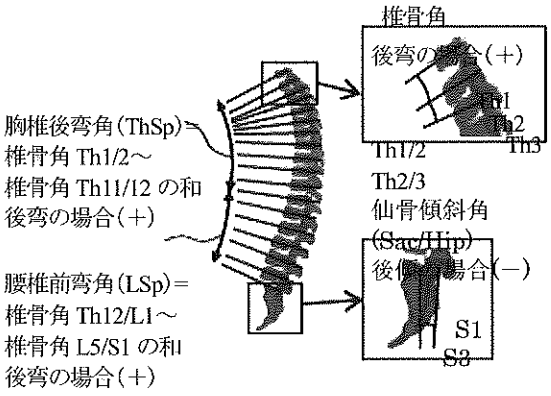


図 2. スパイナルマウス解析角度の定義

3. 結果

3.1 着座時の脊柱形状による人の分類

クラスター分析により着座時の脊柱形状を 4 つの群に分類した. 各群の ThSp, LSp, Sac/Hip の平均値および標準偏差を表 1 に示す.

A～D の各群における着座時の ThSp, LSp, Sac/Hip を従属変数とする一元配置分散分析により群間の有意差検定を実施した. この結果, ThSp, LSp, Sac/Hip において有意差が認められ, 多重比較の結果, 表 2 に示す有意差が認められた.

表 1. 着座時の脊柱形状の平均値±標準偏差

	ALL	A 群	B 群	C 群	D 群
人数	60	17	10	14	19
ThSp (deg.)	31.6 ±12.5	44.3 ±5.9	37.5 ±5.3	18.3 ±8.7	27.0 ±8.9
LSp (deg.)	8.2 ±12.1	12.1 ±7.7	19.7 ±7.7	13.9 ±7.2	-5.4 ±6.9
Sac/Hip (deg.)	-17.6 ±10.2	-13.3 ±7.1	-28.7 ±6.0	-24.1 ±6.1	-10.7 ±9.0

表 2. 着座時の脊柱形状の分散分析および多重比較結果

	分散分析	多重比較
ThSp	p<0.01	A>C,D B>C,D C<D
LSp	p<0.01	A>D B>D C>D
Sac/Hip	p<0.01	A>B,C B<D C<D

3.2 立位時の脊柱形状の群間比較

A～D の各群の直立位の LSp, ThSp, Sac/Hip および可動域の平均値, 標準偏差を表 3 に示す. また, 直立位の LSp, ThSp, Sac/Hip および可動域を従属変数とする一元配置分散分析により群間の有意差検定を実施した. この結果, 直立位の LSp において有意差が認められ, 多重比較の結果, B 群と C 群の間に有意差が認められた(表 4).

4. まとめと考察

着座時に比較的 Sac/Hip が後傾方向に大きく, LSp が後弯方向に大きい B 群は, 他の群と比べて, 直立位の LSp が前弯方向に小さかった. また, 有意な差はないが, B 群は他の群と比べて, 直立位の Sac/Hip が前傾方向に小さいことから, 骨盤周りの筋バランスが他の群よりも骨盤後傾方向のバランスになっていると考えられ, これにより, 着座時も Sac/Hip が後傾方向に大きく, LSp が後弯方向に大きくなっていると考える.

また, 一般的に猫背姿勢は疲労が起こり易いと言われており, 直立位の LSp が前弯方向に小さい B群は, 着座によって猫背傾向となり易く, これにより疲労を感じ易い可能性がある.

今後は得られた知見を, より疲労の少ないシートの開発に役立てていく.

表 3. 立位時の脊柱形状の平均値±標準偏差

		ALL	A 群	B 群	C 群	D 群
直立位	ThSp (deg.)	37.8 ±10.7	36.4 ±11.2	32.2 ±11.1	41.8 ±10.7	39.2 ±9.3
	LSp (deg.)	-21.3 ±9.5	-21.8 ±8.6	-13.9 ±7.0	-23.9 ±8.4	-22.7 ±10.6
	Sac/Hip (deg.)	12.0 ±6.8	13.3 ±5.5	8.7 ±7.1	13.5 ±5.9	11.3 ±7.9
可動域	ThSp (deg.)	10.1 ±21.0	9.5 ±24.8	8.1 ±16.9	9.9 ±20.5	11.8 ±21.1
	LSp (deg.)	55.8 ±13.8	58.8 ±12.1	49.5 ±17.7	58.5 ±15.2	54.5 ±11.5
	Sac/Hip (deg.)	78.1 ±18.2	75.5 ±14.2	78.0 ±13.8	77.5 ±21.0	80.9 ±21.8

表 4. 立位時の脊柱形状の分散分析および多重比較結果

		分散分析	多重比較
直立位	ThSp	N.S.	-
	LSp	p<0.05	B>C
	Sac/Hip	N.S.	-
可動域	ThSp	N.S.	-
	LSp	N.S.	-
	Sac/Hip	N.S.	-

5. 文献

1)西垣佳臣・川野健二 : 着座姿勢の個人差を表現する CAE マネキンの開発, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.7-12, p7-p12, 2012

[連絡先]
太田 誠
e-mail:Makoto_Ohta@n.t.rd.honda.co.jp

1C1-3

健常者による車いす体験がバリア発見に及ぼす影響

ーバリアフリーマップ作成のためのユーザ投稿促進に向けてー

○飯塚重善*，青木亮太*
*神奈川大学

Survey the Effects of Wheelchair Experience by Able-bodied person on Finding Barriers

Shigeyoshi IIZUKA*, Ryota AOKI*
*Kanagawa University

1. はじめに

バリアフリーマップは，多くの団体からさまざまな媒体で発行されているが，そのほとんどが観光地など，特定の地域や施設内に特化したもので，近年はインターネットサービスとして利用できるものも出てきてはいるが，その傾向は変わっておらず，多大な労力をかけて作られたものであっても，広く普及しているとはいえないのが現状である．これは，それぞれのバリアフリーマップが管轄するエリアが小さく，媒体もさまざまであることが理由と考えられる．全国各地にある偏在するバリアフリーマップが一元管理されていない現状では，例えば，遠方からの利用者にとっては，必要なマップの存在を知ることは極めて困難である．そこで，スマートフォンを活用して，バリア&バリアフリーデータの情報として，GPS による位置情報をはじめ，写真・映像，路面凹凸情報を収集し，さらには，全方位画像／映像や 3D 情報なども収集することを計画している『みんなでつくるバリアフリーマップ』[1]がある．このプロジェクトは，オープンデータおよびユーザーによる投稿情報を基にバリアフリーマップを構築するものである．これと同様の考え方の取り組みとして，もっとも広く知られているものに「Wheelmap」[2,3]がある．これは，「OpenStreetmap」[4]に構築されていることから，地図情報の改編を含め，極めて自由度の高い編集が可能であるが，主に西欧で普及しており，日本での利用者はまだ少数とみられる．もっとも特徴的なのは，地図情報システムからバリアフリー情報に至るまで，すべてがオープンデータで構成されている点である．多くのエンドユーザーが参加しやすい反面で，データが偏在する傾向がみられる．『みんなでつくるバリアフリーマップ』は，世界中の車椅子ユーザーが訪問したエリアのバリアフリー情報を，ユーザー同士で共創するプロジェクトであるが，筆者らは，当該プロジェクトを支援するにあたって，健常者によるバリア情報投稿を促進できないかと考えた．本稿では，健常の若年者の車いす体験の有無によって，街中でのバリア発見に差異が生じるか否かの検証を行った結果を示す．

2. 健常ユーザーによるバリア探索の試み

筆者らは，健常の若年者に実際に車いす利用を体験させることにより，バリアフリーの必要性，介助する側・される側の関わりについて理解してもらうとともに，車いす体験の有無が，街中でのバリア発見に与える影響を見る調査を行った．

本章では以下，その実施内容，結果および考察を述べる．

2.1 実施内容

表 1 に示す 2 種 3 パターンの調査を実施した．具体的には，本調査実施前に車いす利用者とともにバリア探索を行った経験がある大学生 3 名（表 1 中のパターン 1）と，それまでに車椅子に乗った・車椅子を押した経験が無い 4 名（表 1 中のパターン 2）の大学生の協力により実施した．

表 1 調査パターン

パターン	学年・性別・人数	事前経験有無	実施場所	
			1回目	2回目
1	4年生・男子・3名	有	A駅	―
2-1	2年生・男子・2名	無	B駅	A駅
2-2	4 年生・男女各 1 名	無	C駅	A駅

※実施場所欄の○/×は，車いす使用の有無

表 1 中パターン 1 は，3 名一緒に A 駅で車いすを利用して調査を実施し（1 名が車いすに乗り，もう 1 名が車いすを押し，残りの 1 名はサポート．これをローテーションして 3 名全員がすべての役割を担当），パターン 2-1 は，まず車いす体験を B 駅で行ってから（1 名が車いすに乗り，もう 1 名が車いすを押す．これを途中で入れ替わる），A 駅で車いすを使わずに，パターン 2-2 は，C 駅・A 駅の両方とも車いすを使用せずにバリア探索を実施した．こうすることで，車いす経験の有無によって見つけられる A 駅におけるバリアの差異を比較できるようにした．なお，パターン 1 と 2-1 とでは，車いす体験の機会が，実際の車いす利用者を伴ったものであったかどうかの差異がある．

3.2 結果と考察

3 パターンの A 駅での発見バリアを地図上に色別で示す（図 1）．さらに，パターン毎の発見ポイントの種別を表 1 に示す．



青：パターン 1 オレンジ：パターン 2-1 緑：パターン 2-2

図 1 A 駅周辺での発見ポイント

表 2 発見ポイントの比較

	発見ポイント	パターン 1			
		1	2-1	2-2	
階段・エレベータ	公衆トイレ	○	×	×	
	駅への階段	○	○	○	
	駅エレベータ	○	×	×	
坂道	地下道	○	○	○	
	歩道	×	○	×	※
段差	駅ロータリー	○	×	×	
	歩道の点字ブロック	○	×	×	
	横断歩道	○	×	×	
道幅	歩道	×	○	○	※
	バス停	○	×	×	
その他	青信号の時間	○	×	×	
	横断歩道が無い道	○	△	×	
	車椅子利用不可の公園	×	×	○	
	車椅子利用不可のトイレ	○		○	

表 2 を見ると，パターン 2-1 に比べて 2-2 は発見ポイントが少ない．これは車いす体験の有無が現れたといえる．例えば，凹凸や段差は車いす体験中には発見できるが，車いす体験がないと発見することが難しく．ただし，パターン 2-1 はパターン 1 と比べて発見ポイントが少ない．いずれも車いす体験があるにも関わらずこの差異が生じたのは，個人差や意識の差異が現れたのかもしれないが，意識の差異だとすれば，車いす体験の質（実際の車いす利用者同伴であったか否か）が現れた可能性がある．逆に，表 1 中の※印の項目は，バリア情報として適切とはいえないものであった．こうしたところにも，差異が見られ，発見された情報の質（精度）についても検討の必要性がある．筆者らが考える“健常者によるバリア情報の投稿”には自身のモチベーションが不可欠である．ここで“援助行動”に着目する．“健常者によるバリア情報の投稿”は間接的な“援助行動”と考えることができる．その際「他人を助けることは，自分に価値がある感覚をあたえるとともに、社会的役割を遂行していることを意味し，そして一般的に自分の健康を増進させる」といわれ[5]，利他主義はそれを実行する主体に精神的かつ肉体的に大きなメリットをもたらす[6]といわれている．直接の援助行動ではないが，このように健常者が利他主義によって援助者になり，自らのメリットを見いだす方向へと向かう方策が必要となる．

4. おわりに

筆者らは，『みんなでつくるバリアフリーマップ』プロジェクトを支援するにあたって，健常者によるバリア情報投稿を促進できないかと考えた．本稿では，健常の若年者の車いす体験の有無によって，街中でのバリア発見に差異が生じるか否かの検証を行った．その結果，協力者の車いす経験の 3 つのパターンには差異が見られ，バリア発見に関しては，車いす体験の有無だけでなく，車いす体験時の車いす利用者の同伴が，意識の差異に現れる可能性が示唆された．

今後は，健常者によるバリア情報の投稿をモチベートする施策の検討，さらには，投稿情報の精度担保のための投稿情報評価の仕組みについても検討していく予定である．

5. 文献

1) http://b-free.org/ (2016/11/14 アクセス)
2) 東修作：OpenStreetMap の事例を通じて考えるオープンデータのライセンス設定; 情報管理, Vol.56, No.3, pp.140-147, 2013.
3) Wheelmap : http://wheelmap .org/ (2016/11/14 アクセス).
4) OpenStreetMap Japan 自由な地図をみんなの手で：https://openstreetmap.jp/, (2016/11/14 アクセス).
5) Post, Stephan G. : “The golden rule in its idealistic formulation: benefits for the moral agent,” in Jacob Neusner and Bruce Chilton, eds. The Golden Rule: Analytical Perspectives, Studies in Religion and the Social Order, University Press of America, pp.183, 2009
6) Luks, Allan : “Helper's high: volunteering makes people feel good, physically and emotionally,” Psychology Today, 1988.

[連絡先]
いいづか しげよし
e-mail：iizuka@kanagawa-u.ac.jp

1C1-4

熟練看護師における静脈血採血の穿刺手技

○新村洋未*，國澤尚子**，小川鑛一***
*埼玉県立大学保健医療福祉学部，**医療生協さいたま地域社会と健康研究所，
***元東京電機大学

Nursing skill of collecting blood among expert nurse

Hiromi SHINMURA*,Naoko KUNISAWA ** and Koichi OGAWA***
*Saitama Prefectural University, **The Research Institute of Community and Health and
***Tokyo Denki University

1. 緒言

採血は、皮下の細い血管腔内に注射針を穿刺し血液を吸引する難易度の高い技術である。成功/失敗が明白になるなど、他の看護技術には見られない特徴がある。

研究代表者らが行った調査から、穿刺角度、穿刺速度、注射器把持の構えは個々の看護師の特性、考え方によって違いがあることが明らかになっており、採血の成功/失敗という結果に、穿刺時の血管を貫く際にかかる力（以下、穿刺力とする）が影響を与えることが推測された。個々の看護師の特性に加え、採血対象者の皮膚の弾性や、血管の深さ・太さ・走行によって穿刺手技を変えるという看護師も多く、穿刺対象物の状況によっても穿刺力が異なることが予測される。しかし、これまでに臨床看護師の採血手技を詳細に分析した研究、なかでも力学的視点で分析した研究は見当たらない。

2. 目的

採血の成功率が高い看護師の穿刺手技を明らかにするため、採血技術に熟練した看護師の穿刺力、穿刺速度、穿刺角度を測定する。今回は皮膚の硬さが異なる場合の穿刺力、穿刺手技に着目して検討する。

3. 方法

3.1 対象

医療機関に勤務し、「採血技術に熟練している」と他者からの評価がある、または自分自身でその認識のある看護師のうち研究協力の同意が得られた４名

3.2 測定機器

強度の高い起歪材と微細な力を検出できる半導

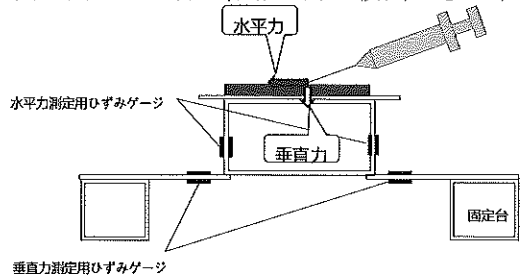


図 1 二軸力測定器の概要体ひずみゲージを応用して水平・垂直の二軸の力を同時測定できる測定器（以下二軸力測定器）を開発した （図１）。この測定器をセンサーインターフェース（共和電業、DCS-300B）、ノートパソコンへ接続して使用した。

3.3 穿刺対象物

穿刺対象として、皮膚モデルは特殊エラストマーによる皮膚部分、シリコンチューブによる血管部分で構成した皮膚モデルを作製し、使用した。皮膚部分はエラストマーの混合比率の違いにより硬さの異なる３種類（硬質・中間・軟質）を設定した。血管部分は、すべて皮膚表面から深さ 1.5 ㎜の位置に配置した。作製した３種類の皮膚モデルは、弾性測定と熟練看護師による穿刺時の感触の主観評価を行い、採血の穿刺対象物としての妥当性を確認した。

3.4 穿刺動作

穿刺動作は、10 ㎖の注射器に 21 ゲージ RB の注射針を接続し、二軸力測定器の測定面上に配置した皮膚モデルへ行うものとした。通常の採血では血液流入の可否により成功/失敗の判断を行うが、本実験では穿刺後の空気の吸引の可否によって行った。穿刺回数は１つの皮膚モデルに対して成功の穿刺２回とし、３種類の皮膚モデルで合計 12 回とした。注射針は穿刺ごとに新しいものと交換した。

3.4 測定内容

①穿刺力：二軸力測定器を用いて、水平力、垂直力を測定した。測定した水平力、垂直力を図示（図２）すると、その波形から力が最大となった直後に、急激に減少に転じる点（以下、ピーク地点とする）が観察できる。ピーク地点を針先が血　　ピーク地点

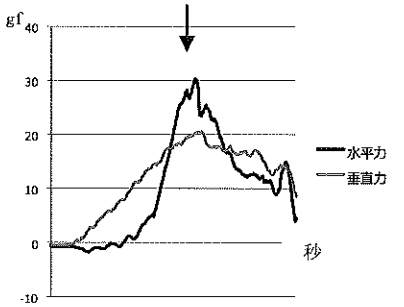


図 2 二軸力測定器による測定データの例管壁を貫いた地点すなわち血管穿刺の瞬間と判断し、その地点の水平力、垂直力を分析に用いた。

②穿刺所要時間：穿刺力の図示より穿刺開始からピーク地点に至る時間を算出し、穿刺速度の指標とした。

③穿刺角度：被験者の採血動作を、真横方向から動画で撮影し、穿刺開始時を静止画として抽出した。静止画から皮膚表面と注射針の交点の角度を計測し、穿刺角度とした。

3.5 分析方法

1回の穿刺ごとに水平力・垂直力、穿刺所要時間、穿刺角度を算出し、皮膚モデルの種類別にクロス集計を行った。

3.6 倫理的配慮

埼玉県立大学倫理委員会の承認を得て実施した。（第 27093 号）

4. 結果

4.1 被験者の概要　被験者４名の看護師経験は 11～20 年目２名、21 年目以上２名であった。

4.2 穿刺動作の特徴

穿刺ごとに水平力・垂直力を図示した結果、すべての穿刺で、穿刺開始直後で垂直力が上昇し、その後、水平力の上昇がみられた。また被験者によってピーク地点で水平力が高い者、垂直力が高い者とあり、個人差がみられた。

水平力、垂直力はばらつきが大きく、最小－最大で 1.4～４倍の開きがあった。所要時間、穿刺角度も同様に最小－最大で３～４倍、２～３倍の開きがあった。

4.3 皮膚モデルの種類別の穿刺力・穿刺所要時間・穿刺角度

硬さの異なる３種類の皮膚モデル別の穿刺力（水平力・垂直力）、穿刺所要時間、穿刺角度の基本統計を表１に示した。項目ごとに平均値を比較すると、水平力は、硬質、中間、軟質の順で高く、硬いモデルで大きくなる傾向があった。垂直力は、硬質、軟質、中間の順で高く、硬いモデルで大きくなる傾向があった。穿刺所要時間は、軟質、中間、硬質の順で長く、軟らかいモデルで長くなる傾向があった。穿刺角度は、軟質、硬質、中間の順で大きかったが、著しい違いはなかった。

5. 考察

熟練看護師の採血手技を定量的に測定した結果、水平力、垂直力、穿刺所要時間、穿刺角度ともに個人差が大きいことが確認できた。硬さの異なる皮膚モデル別に分析した結果、硬い皮膚モデルほど、強い力で、素早く穿刺する傾向があることが明らかになった。本研究に先立って熟練看護師の成功採血のポイントに関するインタビュー調査を行った際、「素早く」「ゆっくり」、「針を寝かせ気味に」「角度をつけて」と相反する内容が列挙された。本研究の結果から、熟練看護師は対象となる患者の皮膚状態を見極め、行おうとする穿刺の角度や速度を意識・イメージし、意図的に手技に反映させていることが推測された。

今後、熟練看護師に加え、採血技術の未熟な看護師を被験者としてデータ数を増やし、熟練看護師と初学者の穿刺手技の違いを定量的に明らかにしていく予定である。

[連絡先]
新村洋未
e-mail：shinmura-hiromi@spu.ac.jp

				最小値	最大値	平均値	標準偏差
穿刺力	水平力	gf	硬質	36	87	62.1	16.4
			中間	22	71	43.3	17.7
			軟質	12	49	35.1	11.4
	垂直力	gf	硬質	16	47	35.4	10.3
			中間	20	44	30.3	8.7
			軟質	25	36	31.1	4.1
所要時間		秒	硬質	.7	2.1	1.3	0.4
			中間	.8	3.0	1.4	0.9
			軟質	.6	2.9	1.6	0.9
穿刺角度		度	硬質	8	22	16.4	5.2
			中間	7	20	15.6	4.3
			軟質	10	21	17.0	3.5

表 1　皮膚モデル別 穿刺力・所要時間・穿刺角度

1B3-1

消炎鎮痛テープ剤における使いやすいライナーフィルムの検討

○谷津佑亮*，加藤柚希**，大倉典子**
*芝浦工業大学大学院理工学研究科，**芝浦工業大学工学部

Study of the Usability of Liner Films for Anti-Inflammatory Analgesic Tape

Yusuke TANITSU*, Yuzuki KATO**, Michiko OHKURA**
*Graduate School of Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology,
** College of Engineering, Shibaura Institute of Technology

1. 研究の背景と目的

医薬品のユーザビリティに関しては，「使用の安全」の重要性が認識されるのに伴い，多くの研究が行われるようになってきた [1]．医薬品であるテープ剤について文献調査を行った結果，ライナーフィルム（以下フィルム）の切れ込みの形には違いがあるが，「切れ込みの形や本数の違いからでは剥がしやすさ，貼りやすさを結論づけることはできない」とする文献があった [2]．しかし，貼る際のつまみやすさなど普段の使用感から，この文献の結論には疑問を感じた．そこで，フィルムのカット形状に着目して使いやすくする要素を明らかにすることを目的として研究を行ったので，報告する．

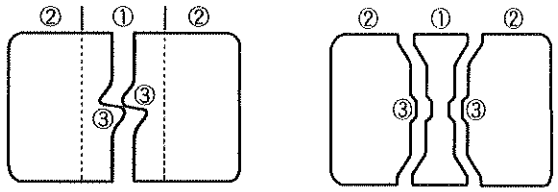
2. 対象とするテープ剤

2.1 テープ剤の概要

本研究では，鎮痛，抗炎症を目的としたテープ剤（消炎鎮痛テープ剤）を対象とする．使用する際には変形性関節症や筋肉痛の患部に直接貼って使用する．

2.2 フィルムのカット形状と各部の呼称

フィルムのカット形状には，図 1 に示すような 2 枚にわかれるタイプ（以下 2 枚タイプ）と 3 枚にわかれるタイプ（以下 3 枚タイプ）がある．以降，両者の①の箇所を「中心フィルム」，②の箇所を「左右のフィルム」，③のような凸部分を「山」と称する．



(a) 2 枚タイプ　(b) 3 枚タイプ図 1 ライナーフィルムの例

3. 実験の概要

フィルムの使いやすさを明らかにする目的で，以下の 3 種類の実験を実施した．なお，テープ剤は医薬品であるため，実験協力者には，肌に直接貼れないようコルセットを腰に巻き，その上からテープ剤を貼ってもらった．

I. 既存のテープ剤を対象とした評価実験
II. フィルムの新しいカット形状の検討実験
III. フィルムの新しいカット形状の評価実験

4. 既存のテープ剤を対象とした評価実験

4.1 実験方法

実験対象は既存の 13 種類のテープ剤（2 枚タイプ 2 種類，3 枚タイプ 11 種類）とし，実験協力者には実際に貼る動作を行ってもらいながら，使いやすさを以下の項目で評価してもらった．また，7 段階評価では同時に理由を聞いた．

- フィルムを剥がす際につまんだ位置：2 箇所
- 7 段階評価：7 項目
- はい/いいえ：3 項目

4.2 実験結果

実験は本学 20 代学生 10 名（男性 5 名，女性 5 名）で行った．

(ア) フィルムを剥がす際につまんだ位置

- 中心フィルム：3 枚タイプのテープ剤の場合は，左上の端をつまんだ人が多かった．
- 左右のフィルム：中央の山がある場合はその山の位置をつまむ人が多く，山がない場合と中央の山以外にも目立つ山がある場合は，つまむ位置が広範囲に分布した．

(イ) 理由欄の形態素解析

「中心フィルムの剥がしやすさ」「左右のフィルムのつまみやすさ」の質問の理由欄において「凹凸」という単語の出現頻度が高かった．

(ウ) 中心フィルムの剥がしやすさ　剥がしやすさの平均値が上位だったテープ剤 h の理由欄では，10 人中 3 人が中心フィルムの幅や面積に関する回答をしていた．　以上の実験結果から，フィルムの使いやすさに関係する要素として以下の 3 つが示唆された．

- 中心フィルムの左上の端
- 凸部分（山を含む）
- 中心フィルムの幅

5. フィルムの新しいカット形状の検討実験

5.1 実験方法

前節の実験結果に基づき，3 枚タイプのフィルムを使いやすくする要素を以下のように分解した．

- 中心フィルムの左上の端
  - 角度
  - 形状（とがった形状と角ばった形状）
- 凸部分
  - 中央の山以外の凸の数
  - 中央の山の形状（丸い，台形，三角）
  - 中央の山の大きさ
- 中心フィルムの幅（ここで「幅」とは 2 つの中央の山の頂点を結んだ長さを指す．）

これらの要素の範囲を絞る目的で，この検討実験を我々自身で行った．実験では，カット前のフィル

ムを実際にカッターで切って種々の形状を作製し，貼る動作を行って評価した．　なお，2 枚タイプは要素の自由度が高いため，今回は対象としなかった．

5.2 各要素の実験結果

A) 中心フィルムの左上の端

- 角度：中程度の角度数種類を候補とした．
- 形状：角度と形状を組み合わせて最終的な候補を決定した．

B) 凸部分

- 中央の山以外の凸の数：中央の山以外の凸の数が少ないものを候補とした．
- 中央の山の形状：中央の山の形状が丸いものを候補とした．
- 中央の山の大きさ：幅が中程度で高さが低いものを候補とした．

C) 中心フィルムの幅　中程度の
2 種類を候補とした．

6. フィルムの新しいカット形状の評価実験

6.1 実験方法

実験対象は，前節の実験により決定した各要素の候補を組み合わせて，以下の 6 種類の使いやすいテープ剤候補を作製した．さらにこれらとの差を確認する目的で，前節で候補から除外された要素から構成された使いにくいテープ剤候補も 1 種類作製した．作製は前節と同じ方法で自作した．それらのテープ剤を対象として，実験協力者に実際に貼る動作を行ってもらい，評価してもらった．

- 使いやすいテープ剤候補：6 種類（a から f）
- 使いにくいテープ剤候補：1 種類（g）　評価項目は，使いやすくする要素を対応させて作成した（表 1）．また，7 段階評価と同時に理由を尋ねた．

表 1　7 段階評価項目

中心フィルムのつまみやすさ	中心フィルムの左上の端
中心フィルムの剥がしやすさ	中心フィルムの幅
左右のフィルムのつまみやすさ	凸部分（中央の山の大きさ）
左右のフィルムの剥がしやすさ	凸部分（中央の山以外の凸の数）

6.2 実験結果

実験は，本学 20 代学生 12 名（男性 6 名，女性 6 名）で行った．各評価項目に対して行った一元配置の分散分析の結果を以下に示す．

- 中心フィルムのつまみやすさ主効果はなかった．
- 中心フィルムの剥がしやすさ
  1%水準で主効果があった．下位検定の結果，使いにくい形状候補 g より他の形状 a から f は有意に剥がしやすいと評価されていた．つまり，中心フィルムの幅が使いやすさに影響している．図 2 に平均と標準偏差を示す．

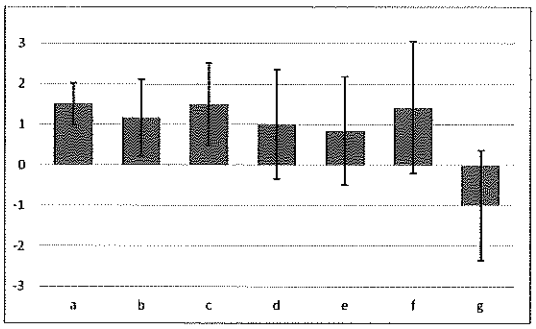


図 2 問 2 の平均値

- 左右のフィルムのつまみやすさ
  図 3 に示す平均値では使いにくい形状候補 g の平均値が低いが，主効果はなかった．

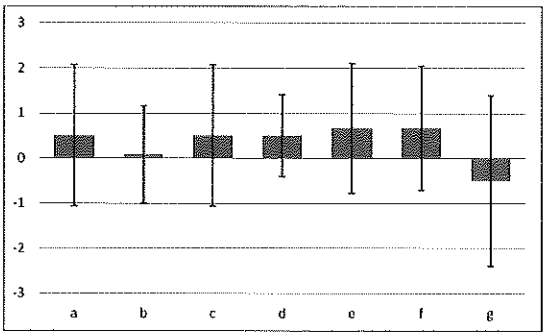


図 3 問 3 の平均値

- 左右のフィルムの剥がしやすさ
  主効果はなかった．

7. 結論

既存のテープ剤を対象とした評価実験の結果から，「中心フィルムの左上の端」「凸部分」「中心フィルムの幅」という 3 要素に着目した．各要素の範囲を検討する実験を行って使いやすいテープ剤の候補を決定し，そのテープ剤の候補を作製して評価実験を行った．その結果，「中心フィルムの幅」が使いやすさに影響することが確認できた．

今後は，「中心フィルムの左上の端」「左右のフィルムのつまみやすさ」「中央の山以外の凸の数」に対してさらに検討を行う．

8. 文献

1)大倉：医薬品包装設計へのユーザビリティ工学からのアプローチ 第 1 回医薬品の使用の安全とユーザビリティ，PHARM TECH JAPAN, vol. 30, No. 8, pp.1549-1551, 2014.

2)寒河他：薬薬連携に役立つ薬局アイテム実験室（第 7 回）貼りやすい湿布剤はどれ？フィルムの切れ込み，月刊薬事, vol. 51, No. 7, pp.105-108, 2009.

[連絡先]
谷津佑亮
芝浦工業大学大学院理工学研究科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 e-mail : ma15055@shibaura-it.ac.jp

1B3-2

同一薬剤の後発品を含めた外箱のデータベースの構築と解析

○谷津佑亮*，木村昌臣**，大倉典子**，土屋文人***
*芝浦工業大学大学院，**芝浦工業大学工学部，***国際医療福祉大学

Construction and analysis of database of outer cases of generic products of the same medicine

Yusuke TANITSU*, Masaomi KIMURA**, Michiko Ohkura**, Fumito TSUCHIYA***
*Graduate School of Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology,
** College of Engineering, Shibaura Institute of Technology,
***International University of Health and Welfare

1.研究の背景と目的

現在，薬剤では後発品が販売開始され，同一薬剤でも複数個の外箱が存在する．これらの外箱では様々なサイズや表示が採用されている．複数個の外箱が存在する原因として「総量」や「規格」もあるが後発品による「製造元」や「販売元」などの違いが大きいと考えられる．

また，薬剤の外箱については，様々な種類の薬剤に関する外箱のデータベースを構築する先行研究[1]がある．その研究では，様々な種類の薬剤の外箱の開封性を比較しており，同一薬剤のサイズや表示を比較した研究はない．

そこで，同一薬剤の後発品を含めた外箱のデータベースを構築し，サイズに着目して解析を行った．その結果を報告する．

2.薬剤の外箱データベースの属性の決定

薬剤の外箱データベースの属性を決める際には以下の2つの方式で行った．

1) 先行研究の属性を参考にする
2) 薬剤の外箱の画像を観察する

先行研究[1]では以下の4つに属性を分類していた．そこで，本研究ではこの中からA，B，Cの属性を参考にして属性を決定した．

A)外箱の表面の記載情報等（11項目）
B)開封性に関する属性（9項目）
C)再封性，廃棄性等の属性（11項目）
D)実際の開け方に関する属性（7項目）

薬剤の外箱の画像の観察では，外箱のどんな所に特徴があるのか洗い出し，それらをデータベースの属性とした．

表1にデータベースの属性55種類を示す．

3.薬剤の外箱データベースの構築

前節で定めた属性を用いて以下の合計113個の薬剤の外箱データベースを構築した．なおアムロジンとノルバスクが先発品であり，アムロジピンが後発品である．OD錠とは口腔内崩壊錠を指す．

1) アムロジン錠5mg　2種類
2) ノルバスク錠5mg　2種類
3) アムロジピン錠5mg　57種類
4) アムロジンOD錠5mg　2種類
5) ノルバスクOD錠5mg　2種類
6) アムロジピンOD錠5mg　48種類

表1　属性名の一覧と説明

番号	外箱属性名	説明
1	販売名	外箱に記載されている販売名
2	製造元	外箱に記載されている製造元
3	販売元	外箱に記載されている販売元
4	剤形	薬剤の剤形
5	含量	薬剤の含量
6	総量	梱包されている薬剤の総量
7	JANコード	JANコードの番号
8	HOT9	HOT9の番号
9	HOT13	HOT13の番号
10	GS1	GS1の番号
11	サイズ(最短)	外箱の1番短い辺(cm)
12	サイズ(中間)	外箱の2番目に短い辺(cm)
13	サイズ(最長)	外箱の1番長い辺(cm)
14	販売名の位置(A)	最大面Aを4分割した際の販売名のある位置
15	販売名の位置(B)	最大面Bを4分割した際の販売名のある位置
16	販売名の表示がある面の数	販売名がいくつの面にあるか
17	含量の親切表示の位置(A)	最大面Aを4分割した際の含量のある位置
18	含量の親切表示の位置(B)	最大面Bを4分割した際の含量のある位置
19	含量の親切表示がある面の数	含量の親切表示がいくつの面にあるか
20	総量の位置(A)	最大面Aを4分割した際の総量のある位置
21	総量の位置(B)	最大面Bを4分割した際の総量のある位置
22	包装単位	外箱に記載されている包装単位
23	GS1コードの説明表示	GS1コードを説明する表示は何か
24	有効期限とバーコードが同一面か	有効期限とバーコードが同一面に表示されているかどうか
25	英語表記のみの面の有無	薬剤名の英語表記があるかどうか
26	英語表記の際に「劇」かるかどうか	薬剤名の英語表記がある際に「劇」の表記があるかどうか
27	想定される開け方をした際の情報欠落の有無	想定される開封方法をした際に情報の欠落があるかどうか
28	有効期限の背景色	有効期限の表記に使用されている背景色

29	写真 6 枚	各面の写真
35	JAN コードの記載面	JAN コードの記載面
36	GS1 の記載面	GS1 の記載面
37	GS1 の種類	GS1 の種類
38	使用期限の記載面	使用期限の記載面
39	想定する開け方	外箱の外形や開封に必要な動作から推定した想定した開け方
40	手順数	想定した開け方をした場合の手順数
41	開封口表記の有無	開封口を意味する文字表記の有無
42	矢印表記の有無	矢印表記の有無
43	破片の有無	想定した開け方をした時の破片の有無
44	開封口がある面	開封口がある面
45	開封面	想定した開け方の開封する面
46	押し出し口の形	押し出し口がある場合その形
47	利き腕汎用性	利き腕の汎用性の有無
48	再封性の有無	想定する開け方をした後に閉められるかどうか
49	再封性の工夫	再封するための工夫
50	廃棄性の有無	捨てやすい工夫がされているかどうか
51	廃棄性の工夫	捨てやすくするための工夫
52	再封後の工夫	再封後，また開封するための工夫があるかどうか
53	改竄防止の有無	改竄防止の工夫の有無
54	「劇」表記の位置	「劇」表記がどこにあるか
55	「劇」表記の枠	「劇」表記を囲んでいる枠の形

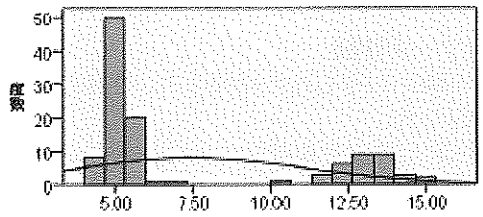


図 1 サイズ（中間）

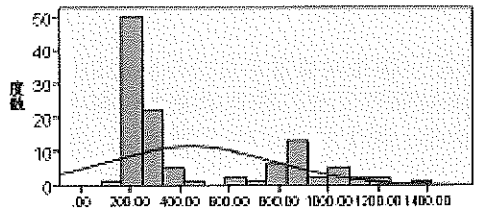


図 2 サイズ（体積）

4. 薬剤の外箱データベースの解析

4.1 サイズ

サイズ（最短），サイズ（中間），サイズ（最長）とこの 3 つから求められるサイズ（体積）の度数分布表を作成し，ヒストグラムの一部を図 1，2 に示す．ヒストグラムから，図 1 に示すサイズ（中間）と図 2 に示すサイズ（体積）において，山が 2 つあることがわかった．

山が 2 つあり，正規分布とみなせないため，サイズ（中間）とサイズ（体積）に対して階層的クラスタ分析を行った．クラスタ分析では，頑健性を確かめるために，最遠隣法，重心法，ward 法を用いて解析を行った．その結果，サイズ（中間）では，薬剤の総量が 280 錠以下のグループと総量 500 錠以上のグループに分けることができた．サイズ（体積）では，薬剤の総量が 280 錠以下のグループと総量 500 錠以上のグループにおおむね分けることができた．

次にその 2 つのグループにわけて，サイズ（最短），サイズ（中間），サイズ（最長），サイズ（体積）の度数分布表を再度作成した．そのヒストグラムの一部を図 3，4 に示す．

ヒストグラムから，図 1 に示す薬剤の総量 280 錠以下のサイズ（体積）と図 2 に示す薬剤の総量 500 錠以上のサイズ（体積）において，総量があまり変わらないにもかかわらず，様々なサイズの外箱があることがわかった．

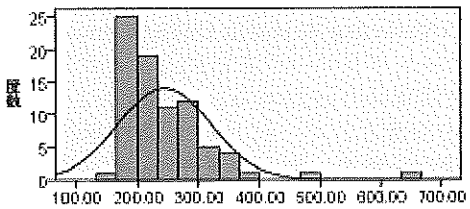


図 3 総量 280 錠以下のサイズ（体積）

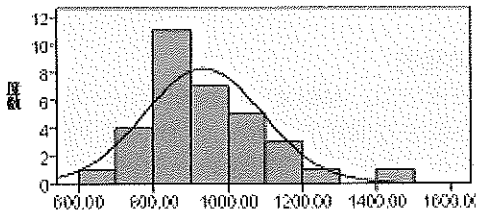


図 4 総量 500 錠以上のサイズ（最短）

5.まとめ

解析の結果，様々なサイズがあるため複数個の外箱があることがわかった．

今後は，2 つのグループをさらに詳しく解析を行う．また，表示についても解析を行う．

原澤先生をはじめ職場を見学させていただいた東京医科歯科大学歯学部附属病院薬剤部の皆さまに謝意を表します．

6.文献

1)村岡他：医薬品外箱データベースの構築と解析—データベースの属性の決定—，人間工学会関東支部第 39 回大会講演集,pp.156-157, 2009.

[連絡先]
谷津佑亮
芝浦工業大学大学院理工学研究科
〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail：ma15055@shibaura-it.ac.jp

1B3-3

Marketing Research Online Community の支援ツールの検討

○関谷純輝*，西内信之*
*首都大学東京

Study on Support Tools of Marketing Research Online Community

Junki SEKIYA*, Nobuyuki NISHIUCHI*
*Tokyo Metropolitan University

1. はじめに

1.1 研究背景

近年，インターネットの急速な普及に伴い，インターネット調査市場も 2014 年では 46.2%[1]と急速に拡大しており，今後も堅調に拡大していくと考えられる．また，MROC やソーシャルメディアリスニングに注目が集まってきているが，MROC と従来のインターネット調査の比較は定性的にしか行われておらず，定量的な比較を行うことが必要であると考えられる．

1.2 MROC とは

MROC(Marketing Research Online Community)とは，マーケティングリサーチを目的とし，オンライン上に一定時間集められたコミュニティのことである．MROC の特徴として，以下の 2 点が挙げられる．

- ✓ 「調査対象者」同士の双方向のやり取りをリスニングする
- ✓ 「調査主体は」深く知りたい発言のみをアスキングする

2. 研究目的

本研究では，MROC と従来のマーケティングリサーチ手法を定量的に比較し，MROC の問題点を明らかにする．また，その問題点を改善する支援ツールを提案し，その有効性の検証を行うことを目的とする．研究の第一段階として，MROC とグループインタビューの比較検証を行い，どのような支援ツールが必要であるかを検討する．その後，第二段階として，支援ツールの作成を行い，その有効性を検証する．

3. MROC とグループインタビューの比較実験

3.1 実験目的

MROC とグループインタビューを同条件で行い，総発言数，提案数，会話の内容（質問，新しい提案，コメント）の割合を用いて，定量的に比較を行う．

3.2 実験方法

実験中の会話内容は，グループインタビューでは，携帯端末を用いて録音，記録した．

MROC では，グループコミュニケーションアプリである「Trooop」を使用した．また，MROC の特徴でもある匿名性を保つために，グループインタビューの被験者全員が初対面であることを条件とした．

3.3 解析方法

解析にはテキストマイニングを用いた．テキストマイニングは，定型化されていない文章の集まりを，自然言語解析を用いて単語やフレーズに分割し，隠れた情報を抜き出す技術である．

本比較実験では，総発言数，会話の内容の割合を用いた比較と共起ネットワークを用いた比較の 2 種類の比較を行う．

3.4 実験結果および考察

総発言数，会話の内容の割合を用いた比較を行った結果，実際に顔を合わせていないため，感情がわからず発言しにくい場合があることが分かった．そのため，「調査対象者が，自分がどんな感情であるかを伝えることのできる支援ツール」が
必要であると考えられる．

また，共起ネットワークを用いた比較では，MROC よりもグループインタビューのほうが被験者同士の会話が続いていることが明らかとなった．これより，「調査対象者同士の会話を促進するよ
うな支援ツール」が必要であると考えられる．

4. 支援ツール詳細

比較実験から得られた結果より，2 種類の支援ツールを検討した．

“会話促進”：調査対象者同士の会話を促進させる支援ツール調査対象者の発言を，テキストマイニングを用いて解析し，会話のダイジェストや頻出のキーワードなどを提示する．

“感情表現”：調査対象者が自分の感情を伝える支援ツール調査対象者は他の調査対象者の発言に対する自身の感情を，表 1 の 7 つから選択し，入力する．

表 1 “感情表現”一覧

-	Like	Love	Haha	Yay	Wow	Sad	Angry
感情なし	いいね	超いいね	うけるね	楽しいね	すごいね	悲しいね	ひどいね
							

5. 支援ツール有効性検証実験

5.1 実験目的

比較実験の結果から検討した支援ツールを使用した場合，MROC にどのような影響を与え，有効性があるかを検証する．

5.2 実験方法

被験者には，実験用アカウントを使用してもらい，オンライン上で 5 日間「VR を用いた新規ビジネスの提案」というテーマで，議論を行ってもらう．実験は使用する支援ツールを変更し，以下の 4 パターンの実験を行い，結果を比較検証する．

- ✓ “支援ツールなし”
- ✓ “会話促進”のみを使用
- ✓ “感情表現”のみを使用
- ✓ “会話促進”“感情表現”どちらも使用

5.3 解析方法

テキストマイニングを用いた解析には，NTT データ数理システム「Text Mining Studio ver5.2」を用いた．本検証実験では，以下の比較を行う．

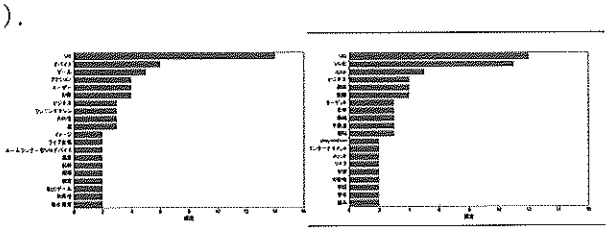
① “支援ツールなし”⇔“会話促進”
② “支援ツールなし”⇔“感情表現”

5.4 実験結果および考察

①“支援ツールなし”⇔“会話促進”

◆ 単語頻度解析

発言者の主観的な判断や抽象的な表現を分析対象に含めることで，具体的な要素間の関係が不明確になる可能性がある．そこで，全品詞の中から，名詞のみを抽出し，出現頻度の上位 20 位をグラフ化した（図 1）．



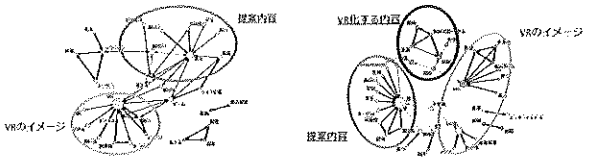
(A) “支援ツールなし” (B) “会話促進” 図 1 単語頻度解析（名詞のみ）

どちらのグループも様々な提案がされているが，“会話促進”を用いたグループでは，「VR 化」というキーワードもと具体的な議論が行われている．

◆ コトバネットワーク

全品詞間に見られることばの繋がりを図示した結果をカテゴライズし，どのような議論が行われていたかを確認する．今回は，共起の回数が 2 回以上のものを抽出した（図 2）．

“支援ツールなし”のグループは「VR のイメージ」と「提案内容」の 2 つのカテゴリに分類することが出来るが，“会話促進”を用いたグループは，同様のカテゴリに加え，「VR 化する内容」のカテゴリが存在することが明らかとなった．



(A) “支援ツールなし” (B) “会話促進” 図 2 コトバネットワーク

これらの結果より，“会話促進”の支援ツールを用いることで，より具体的な議論が行える傾向にあり，“会話促進”の支援ツールは MROC での議論に対して有効性があると考えられる．

②“支援ツールなし”⇔“感情表現”

◆ 係り受け頻度解析

被験者が自分の意見をしっかりと述べることが出来たのかを検証するため，「名詞＋動詞」と「名詞＋形容詞」の係り受け関係のみを抽出した．また，他の被験者に対して発言が行えていたかを確認するために，抽出した係り受け関係のうち，被験者名を含む発言（No.11 さん＋動詞など）も合わせて抽出した結果が以下の表 2 である．

		被験者名を含むもの（個）
“支援ツールなし”	67	3
“感情表現”	72	14

表 2 係り受け頻度解析 抽出された係り受け関係（個）

抽出された係り受け関係数，被験者名を含むものの数のどちらも，“感情表現”を使用したグループのほうが多い結果となった．

これより，“感情表現“の支援ツールを用いることで，被験者がより発言しやすくなる傾向があると考えられ，”感情表現“の支援ツールは MROC での議論に対して有効性があると考えられる．

6. まとめ

本研究では，MROC と従来のマーケティングリサーチ手法を定量的に比較し，MROC の問題点を明らかにし，その問題点を改善する支援ツールを提案し，その有効性の検証を行った．

検証実験の結果，“会話促進”，“感情表現”どちらの支援ツールも MROC での議論に対して有効性があると考えられる．

今後は 2 種類の支援ツールを用いたグループの解析や解析項目の追加，議論テーマの変更などを行い，支援ツールの有効性の検証を行っていく．

7. 参考文献

1) 日本マーケティング・リサーチ協会 経営業務実態調査

[連絡先]
関谷 純輝
e-mail：sekiya-junki@ed.tmu.ac.jp

1B3-4

眼球運動の特徴による Web 閲覧時の処理動作推定

○北川 智大*, 西内 信之*, 山中 仁寛**
*首都大学東京, **甲南大学
Estimating performance of information processing during Web browsing using the characteristic of eye movement
Tomohiro KITAGAWA*, Nobuyuki NISHIUCHI*, Kimihiro YAMANAKA**
*Tokyo Metropolitan University, **Konan University

1. 緒言

従来のユーザビリティ評価はアンケート調査が一般的であり，ユーザの主観からの評価が主である．それに対して，作業時間や N/E 比などの客観指標も用いられているもののシステム全体の良し悪しは評価できるが具体的な改善箇所までは明らかにならないといった問題がある．さらに，主観データによる評価では大量のデータが必要であり，再現性も低いという欠点が存在する [1]．

このような主観評価の問題点を補うために，本研究では人間の心理状態と密接な関係がある生体情報を用いたユーザビリティの評価可能性を検討する．先行研究では，Web サイト閲覧時の動作である思考・探索作業において，眼球関連脳電位 (EFRP) の認知過程である P_3 成分を評価することで負荷量の定量的評価が可能となることを示した [2]．そのため，Web サイト閲覧時の処理動作が明らかになれば，対象の動作において定量的評価が可能であると考えられる．そこで，動作特徴を抽出するため視線情報を用いて動作分析を行う．

本研究では，Web サイト閲覧時の客観的なユーザビリティ評価法の提案を目指し，Web 閲覧時の眼球運動の特徴を抽出し，処理動作推定の可能性を検証することを目的とする．

2. 実験装置と実験パラダイム

本研究における処理動作とは，Web サイト閲覧時に現れる心理状態と考えられる“閲読”，“思考”，“探索”の 3 種類と定義し，これらの各動作を視線情報（眼球運動）の特徴を用いて抽出する実験を行う．

実験概要を図 1 に示す．実験課題として閲読課題，閲読+探索課題，探索課題，探索+思考課題（図 2，図 3）の計 4 題を用意した．課題の順序はランダムに実施した．閲読課題は文章を読む，閲読+探索課題は文章から特定語句を見つける，探索 課題は無作為に並べられたひらがな中から特定語句を見つける，探索+思考課題は無作為に並べられたひらがな中から特定語句に関するものを見つける課題となっている．また，それぞれの課題において文字サイズ・文字間隔を 2 種類準備し （6mm・12mm，3mm・6mm）計 8 条件を用意した． 実験の最後には口頭での簡単なアンケートを実施 した．被験者は健康な大学生，大学院生の男女計男女計 10 名（各条件 5 名ずつ）とした．

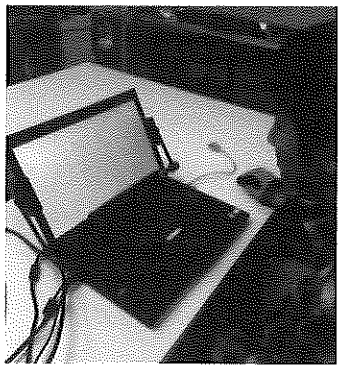


図 1 実験風景図

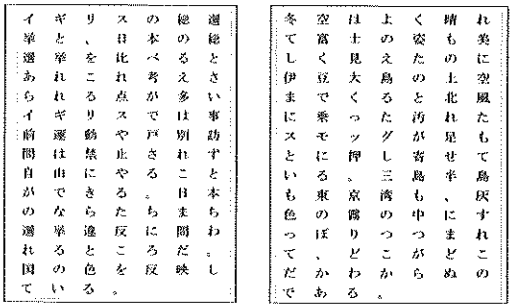


図 2 実験課題 6mm・12mm の例
（左：閲読，右：閲読+探索）

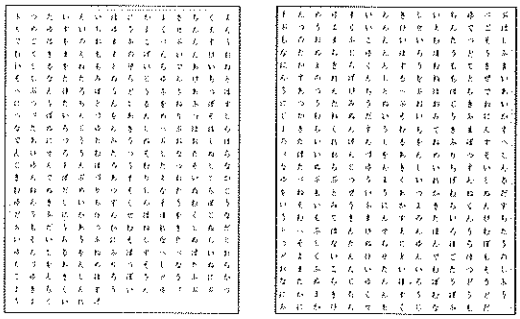


図 3 実験課題 3mm・6mm の例
（左：探索，右：探索+思考）

3. 実験結果・考察

タスク後の口頭でのアンケートにおいて，閲読，閲読+探索，探索，探索+思考の順に難易度，心的（情報処理）負荷量が大きくなることがわかった．

視線解析には，サッカードを用いた．サッカードは眼球回転角速度が 30°/s 以上かつ眼球回転角が 3.5°以上と定義した．

実験で取得した視線データから全てのサッカード運動を抽出し，各サッカード運動の距離を文字数に換算して分類し，各文字数における度数を抽出した（図 4，図 5）．この結果から文字サイズ・文字間隔が 6mm・12mm の際に閲読，閲読+ 探索，探索，探索+思考にかけて最頻サッカード距離が小さくなっている傾向がみられた．これは，情報処理負荷量が大きくなるほどサッカード距離が小さくなるという報告とも合致しており [3]，アンケートの結果とも同様であった．このことから最頻サッカード距離を利用することで処理動作推定の可能性を示唆した．しかし，文字サイズ・文字間隔が 3mm・6mm の際では全ての課題において最頻サッカード距離が等しくなった．文字サイズ・文字間隔と処理動作の関係について考察する．人が一度に認識できる文字数には限界があり，例えば，図 6 に示すように文字サイズが小さい場合に，最大認識文字数が 5 文字であったとすると，負荷がかかり視野範囲が狭くなったとしても，有効視野内の文字数が最大認識文字数と等しいため，負荷が小さい場合と同じサッカード距離が確保できると考えられる．一方，文字サイズ・文字間隔が大きい場合では，負荷がかかり視野範囲が狭くなったことで，有効視野内に存在する文字数が最大認識文字数未満となり，視点移動が有効視野内で起こることからサッカード距離が減少し，課題間でサッカードの移動距離に変化があったと考えられる．この考察より，文字サイズ・文字間隔が小さい場合には，眼球運動の特徴から処理動作を推定することは難しいと考えられるが，本研究で設定した文字サイズ・文字間隔 3mm・6mm は，Web ユーザビリティを考えた場合，文字が小さすぎることから実環境では適さないと判断できる．

4. 結言

本研究の結果より，文字サイズ・文字間隔が 6mm・12mm では，最頻サッカードを抽出することで閲読，探索，思考の処理動作を推定できる可能性を示唆した．また，文字サイズが小さい場合では，課題難易度が高い場合に負荷がかかり視野範囲が狭くなるが，有効視野内の認識可能である文字数には影響が及ばず，眼球運動の特徴から理動作を推定することは難しい．

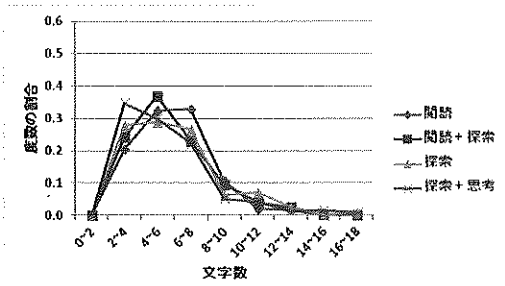


図 4 サッカード移動距離の分類(6mm・12mm)

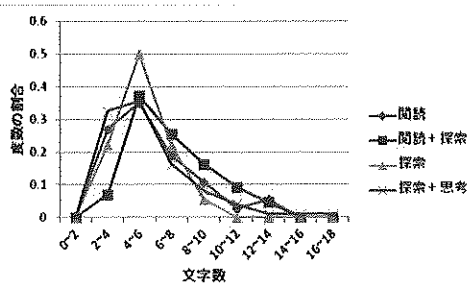


図 5 サッカード移動距離の分類(3mm・6mm)

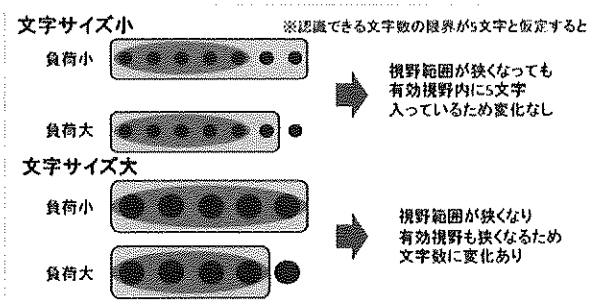


図 6 有効視野範囲と文字数の関係

5. 文献

1)木村昌樹・上野秀剛・大平雅雄・松本健一：ユーザビリティ評価のための脳波計測手法構築へ向けた実験的検討，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2008 論文集, p735-p742, 2008.

2)北川智大・池本佳史・片岡裕映・西内信之・山中仁寛：眼球関連脳電位を用いた客観的ユーザビリティ評価の可能性，日本経営工学会春季大会予稿集, p54-p55, 2015.

3)T. Miura : Visual search in intersections -An underlying mechanism-, IATSS RESEARCH, Vol.16, p42-p49, 1992.

[連絡先]
北川 智大
e-mail：kitagawa-tomohiro1@ed.tmu.ac.jp

1C3-1

人を行動に向かわせるための情報提供方法に関する研究

ー内発的動機づけに関する理論を応用してー

○片山恵二朗*，中西美和*
*慶應義塾大学

A Study on Method of Information Providing to Encourage People's Action
-Based on the theory on Intrinsic Motivation-

Keijiro KATAYAMA*, Miwa NAKANISHI*
*Keio University

1. はじめに

安全管理や健康管理、環境保護などに関する活動に組織・集団で取り組む場合、実効性及び持続性のいずれの観点から見ても、個々の構成員がそれらの活動に対して自発的に行動することが望まれる。従って、組織・集団の管理者には、構成員に対して活動内容を啓蒙・教育・周知することだけでなく、自発的なモチベーションを効果的に促すことが求められる。

自発的なモチベーションは、言い換えれば内発的動機づけであり、これに関連する心理学理論の一つに、「内発的動機づけは、(その個人と) 対象との情動・認知・能力の各側面における『適度なずれ』によって高まる」(Dember & Earl,1957; Berlyn,1965; Hunt,1965) というものがある。本研究では、この理論に着目し、組織・集団で取り組む上記のような活動において、構成員を自発的に行動に向かわせるための効果的な方法の提案・検証を試みた。具体的には、対象となる管理活動に含まれる種々の活動項目に対して個々の構成員が有する現状の態度特性をもとに、それと情動・認知・能力の各観点で「適度なずれ」を持つ活動項目に対してその構成員の内発的動機づけは高くなる、という仮説を立てた上で、1) この仮説に基づく「適度なずれ」を定義することができるのかどうかを実験的に検討し、2)「適度なずれ」に基づいて内発的動機づけが高まる活動項目の情報を提供したときに、その構成員の行動が実際に促されるのかどうかを実験的に検証した。なお、本稿では、対象とする管理活動を健康管理活動とした。

2.「適度なずれ」の定義に関する実験的検討

2.1 方法

健康管理活動の活動項目として、医療・医学系の論文や情報サイト等から比較的一般的なもの計 40 種類を抽出し、それらを KJ 法によって 11 の系統に分類した (生活リズム系、睡眠系、食事系、禁煙・減煙系、身体ケア・運動系、禁酒・減酒系、労働系、ストレス対策系、予防系、清潔系、衛生系)。

22～25 歳の大学生・大学院生 30 名 (男性 25 名、女性 5 名) を対象に、11 の健康管理活動の系統について、情動 (どちらの活動がより楽しいと思うか)・認知 (どちらの活動がより効果的だと思うか)・能力 (どちらの活動をより充実させられるか) の 3 観点とモチベーションの観点 (どちらの活動により関心があるか) で、-3～+3 のフリースケールの一対比較評価アンケートを実施した。このデータを Scheffe 法で分析し、各人が 11 系統の健康管理活動に対して持つ相対的な情動・認知・能力、そしてモチベーションの程度を定量化した。また、定量化したこれらの値を用いて、情動・認知・能力の 3 観点で構築される三次元空間内に 11 系統の活動を位置づけることによって、各人の健康管理活動に対する態度特性を表現した。さらに、回答者ごとの態度特性のスケールを統一すべく、情動・認知・能力の各軸上で、最高評価の活動の値を 0、最低評価の活動の値を 1 とし、(0, 0, 0) – (1, 1, 1)の空間内に 11 の系統の健康管理活動を再布置した。図 1 に、ある回答者の態度特性を示す。

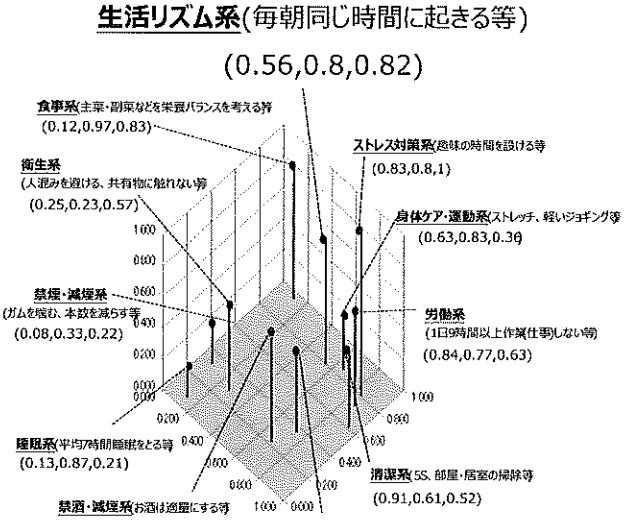


図 1 ある回答者の各種健康管理活動に対する態度特性

2.2 結果と考察

回答者各人の態度特性を全員分重ね、モチベーションの観点での評価値に応じて濃色としたところ図 2 が得られた。評価が高いほど濃い。この空間を各軸 0.2 刻みのグリッド状に分割し、各エリアの健康管理活動のモチベーションの観点での評価値 (平均) を算出したところ、特にモチベーションが高いエリアは、能力・認知の 2 観点で原点から 0.2-0.4 ずれた位置となった。また、原点に最も近い 0.0-0.2 や原点から離れた 0.6-1.0 のエリアでは高評価の健康管理活動は少なかった。この結果から、

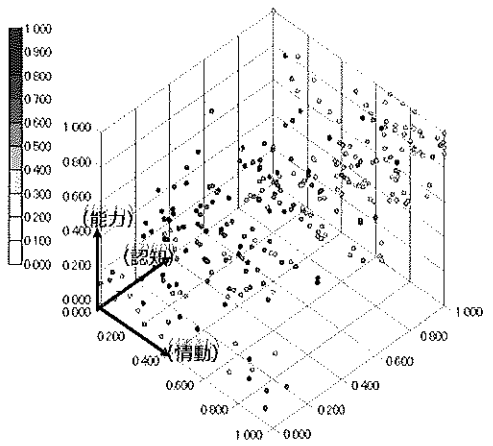


図 2 全回答者の健康管理活動に対する 3 観点での評価値とモチベーションの観点での評価値の関係

効果的と思えず充実もさせられない健康管理活動、逆に自身が効果的と認め、かつ既に充実させられていると感じる健康管理活動に対してモチベーションは低く、一方、自身にとって高い効果を認めるには至っていないがその余地があるもの、かつ納得するほど充実させられているとは言えないがその余地があるものに対してモチベーションが高くなると解釈できる。

以上より、回答者らの健康管理活動に対する自発的なモチベーションを最も高める「適度なずれ」は、認知・能力の 2 観点において、原点から 0.2-0.4 程度ずれたエリアと定義することができた。

3.「適度なずれ」に基づく情報提供方法の提案と検証

3.1 方法

先の回答者とは異なる対象者に対して、各人における原点から 0.2-0.4 程度ずれたエリアを調べ、該当する系統の健康管理活動に関する情報をスマホアプリ（LINE）を通じて提供したときに、各々の健康管理に関する行動が実際に促されるのかどうかを、次のような実験で検証することとした。実験参加者は 21～25 歳の大学生・大学院生 30 名（男性 24 名、女性 6 名）で、①原点から 0.2-0.4 程度ずれたエリアに該当する系統の活動に関する情報のみを与えるグループ（10 名）、②全ての系統の活動からランダム抽出して情報を与えるグループ（10 名）、③情報を何も与えないグループ（10 名）の 3 グループに無作為に分けた。実験期間は 6 日間で、グループ①と②には毎日 1 回スマホアプリを通して情報を送信した。例えば、該当エリアに予防系がある実験参加者に対しては、それに対応する情報として、「まず手首までしっかりと洗う。口をゆすぐ。それからうがいをする。」という正しいうがいのやり方などをメッセージで送った。いずれのグループの実験参加者に対しても、事前の教示として、日常生活の中で健康管理活動と思われるものを行った際は、スマホアプリにおける実験者との個別トーク機能を用いて、その内容をメモするよう伝えた。

3.2 結果と考察

各グループの実験参加者が健康管理活動を行った際に記録したメモの個数を表 1 に示す。

表 1 各グループの実験参加者が記録した健康管理活動のメモの個数

	グループ①	グループ②	グループ③
全メモ数	129	82	7
与えられた情報の活動のみを行ったメモ数	68	39	0
与えられた情報の活動を行った上で、与えられた情報以外の活動を行ったメモ数	49	13	0
与えられた情報以外の活動を行ったメモ数	12	30	0
何も情報を与えられず、活動を行ったメモ数	0	0	7

表 1 より、情報を与えなかったグループ③に比べ、なんらかの情報を与えた①と②のグループではメモの回数が多かったことがわかる。さらに、グループ①と②を比較すると、前者の方がより多くの健康管理活動に取り組んでおり、このことは、各人の健康管理活動における態度特性から「適度にずれた」エリアの系統の情報を与えたとき、より積極的に健康管理に関する行動に出ていたことを表している。また、グループ①と②について、全メモ数のうち、「与えられた情報の活動を行った上で、与えられた情報以外の活動を行った」というメモであった割合を調べたところ、グループ① では 38.0%(=49/129) 、グループ②では 15.9%(=13/82)となり、このことから、前者のほうが与えられた情報内容の域を超えてより創造的に健康管理に関する行動を実際に行っていたことがわかった。

4. まとめ

本研究では、内発的動機づけに関する心理学理論をもとに、組織・集団で取り組むべき活動に個人を自発的に向かわせるための情報提供方法を提案した。また、健康管理活動の促進をケーススタディとして実験的に検証し、提案した方法の有効性を示した。なお、著者等のグループでは、鉄道会社 1 社、プラント会社 2 社を対象に、安全管理活動の促進をケースとした検討も既に行っており、ほぼ同様の有効性を見出している。この結果については、下記の文献を参考にされたい。

6.文献

1)片山恵二朗・中西美和：安全管理活動に対する個人の態度特性と自発的なモチベーションとの関係-内発的動機づけに関する心理学理論を応用して，日本プラント・ヒューマンファクター学会誌，v(21),24-33,2016j

1C3-2

夜間走行中車両のヘッドライトの視覚認知に関する研究

○相田翔*，武田裕司**，岩木直**，渡辺洋**，赤松幹之**，田宮高信*，三林洋介*
*東京都立産業技術高専，**国立研究開発法人産業技術総合研究所

A study on the visual perception of a headlight of the vehicle while driving at night

Sho Aida*, Yuji Takeda**, Sunao Iwaki**, Hiroshi Watanabe**, Motoyuki Akamatu **,
Takanobu Tamiya*,Yosuke Sanbayasi*
*Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology ,
**National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1. はじめに

ドライビングシミュレータ(以下DS)はドライバーの運転特性、視覚特性などを計測する為の有用な研究・開発用装置であり、且つ自動車教習所などではドライバーの運転機能向上を図るための有効的な手段として利用されている。DS使用中においてドライバー又は歩行者の目線における認識と走行中の自動車の挙動が類似することは、視覚認知の点で非常に重要である。本研究では夜間走行中の自動車のヘッドライトの見えと被験者-自動車間距離との関係性を探求することで、DSにおける車両接近をより正確に再現し感覚一致性向上を図ることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 人に知覚される光の構造について

人に知覚される自動車のヘッドライトの構造を図1に示す。ライト中心の濃い白色部分を「ブルーム」といい、ブルームの周囲にある淡い白色部分を「フレア」という。[1] フレアは、角膜細胞による光の屈折や睫毛による光の回折現象に起因する輝度拡散であると考えられている。[2]

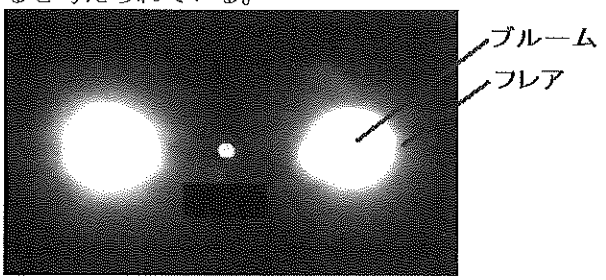


図1 人に知覚される自動車のヘッドライトの様子

2.2 ブルーム、フレアの視覚認知に関する実験

スクリーン横に自動車を停車させロービームでライトを照射し、夜間のヘッドライトのブルーム、フレアの大きさと被験者-自動車間距離との関係を調べた。ブルーム、フレアは簡易的に円で表現し、円径は被験者の指示に応じて変化させた。スクリーンに投影するブルーム、フレアを表現した円と背景の配色は無彩色とし、明度はそれぞれ255,50,0とし、フレアの光彩を5ptと設定した。実験環境は夜間見通しの良い道路で、被験者は成人男性5名とし、被験者-自動車間距離は25m,50m,100mの順で、円の半径はブルーム、フレアの順で評価、測定した。

2.3 フレアのコントラストに関する実験

実験環境は「ブルーム、フレアの視覚認知に関する実験」と同様のものとし、夜間のヘッドライトのフレアのコントラストと被験者-自動車間距離との関係を調べた。フレアの配色は無彩色、明度50を初期値として設定し、明度のみを変化させ各距離におけるフレアの明度を計測した。被験者-自動車間の各距離におけるブルーム、フレアの円径は「ブルーム、フレアの視覚認知に関する実験」の結果から得られた被験者5名の平均値を使用した。

3. 実験結果

3.1 ブルーム、フレアの視覚認知に関する実験結果

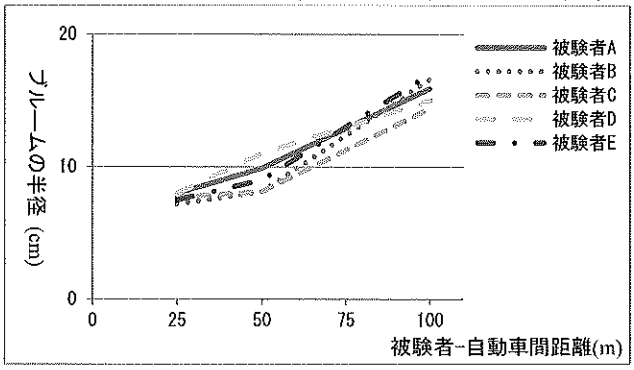


図2 被験者-自動車間距離とブルームの半径の関係

図2より、被験者-自動車間距離が増加すると、ブルームの半径も増加する関係にあることが得られた。

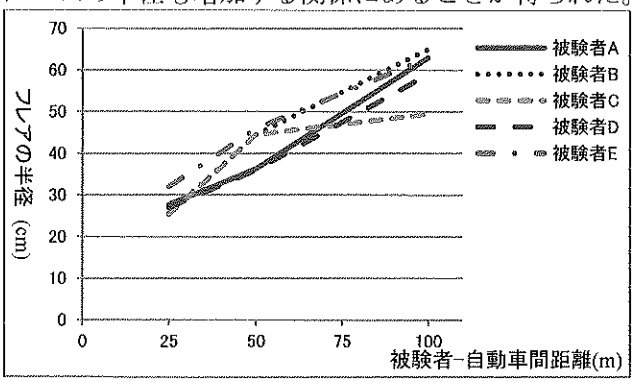


図3 被験者-自動車間距離とフレアの半径の関係

図3より、ブルームの半径に比べ、フレアの半径は被験者間で多少の差異はあるが、被験者-自動車間距離が増加すると、フレアの半径も増加するという傾向が見られた。

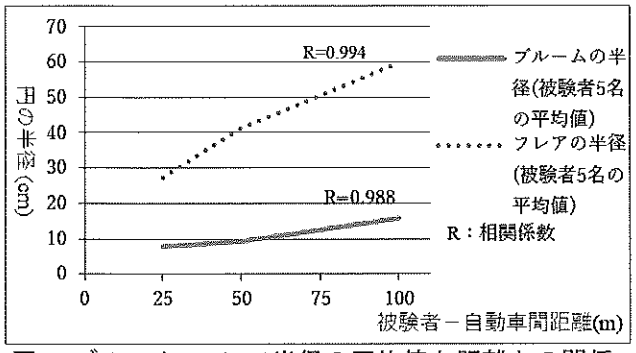


図 4 ブルーム，フレア半径の平均値と距離との関係

ブルーム、フレアの半径の平均値を算出し、被験者-自動車間距離との関係性を調べた。図 4 より、被験者-自動車間距離とブルーム、フレアの半径は線形的な関係で近似できるという結果が得られた。

3.2 フレアのコントラストに関する実験結果

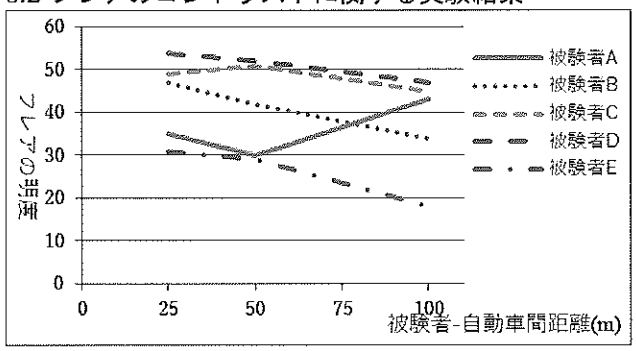


図 5 被験者-自動車間距離とフレアの明度の関係

図 5 より、被験者間で差はあったが被験者-自動車間距離が増加するにつれ、フレアの明度が低下するという傾向が見られた。

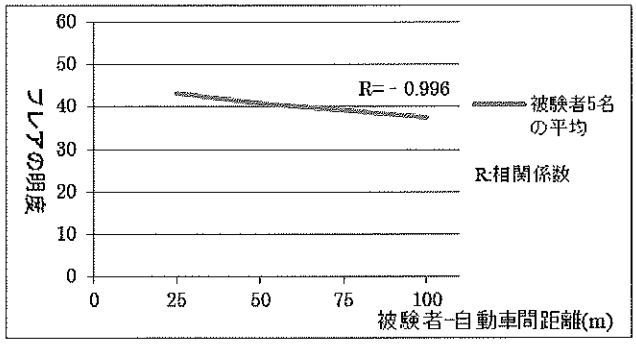


図 6 各距離におけるフレアの明度の変化（平均値）

図 6 より、フレアの明度と被験者-自動車間距離は線形の関係で近似できるという結果が得られた。

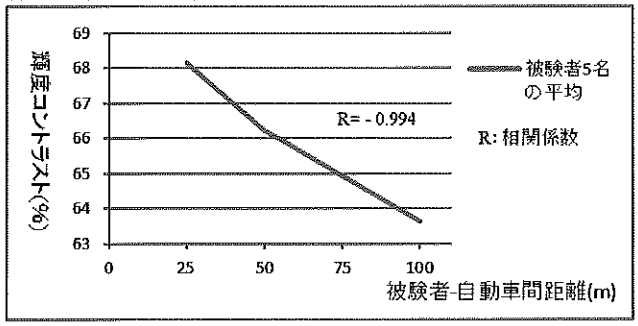


図 7 各距離の背景とフレアとの輝度コントラスト

十分に光を遮断した暗室で各明度におけるフレアの輝度を一定の距離、角度において測定し、背景とフレアの輝度コントラストを導出した結果を図 7 に示す。被験者-自動車間距離の増加に対し、背景とフレアの輝度コントラストが減少するという結果が得られた。

4. 考察

4.1 ブルーム、フレアの視覚認知に関する考察

距離の増加に伴い被験者と視対象間に存在する空気層の厚さが増加し、照射光が空気中の分子や微粒子により散乱され、被験者には散乱した光が知覚されたのではと考えた。その他、被験者-自動車間距離が遠距離の場合と比較し近距離の場合では照射光と周囲とのコントラストが低いため、本来認識可能なフレアの大きさを周囲の明るさにより正確に認識することが困難であったと考えられる。

4.2 フレアのコントラストに関する考察

図 4 の結果から、ブルーム径とフレア径の差が被験者-自動車間距離に比例して増加することが確認できた。そこで図 8 の様にブルーム径とフレア径の差を変化させた場合の見えについて考えた。図 8 内の右側の図形のグレー部分は、左側の図形のグレー部分に比べやや明るく認識される。このことからブルーム径とフレア径の差が大きい程フレアの明度は高く、反対に径の差が小さい程フレアの明度は低く知覚され、それらを補正する様にフレアの明度が評価されたのではと考えた。（色の面積効果[3]）

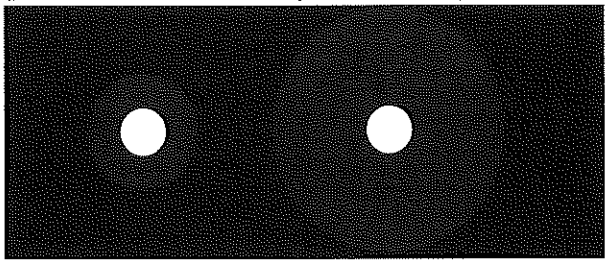


図 8 フレア径の差による明度認識の違い

5. 文献

1)宇田紀之・神谷淑貴, 二石比路志, 清水幸丸：グレアの可視化と画像合成, 環境経営研究所年報第 9 号, pp50-51, (2010)

2) 宇田紀之・神谷淑貴, 横井茂樹：輝度勾配を持ったフレアーストリークのグレア効果に関する研究, 社団法人電子情報通信学会, pp159-160, (2010)

3) 田中博史・神農悠聖, 岩田三千子：しきい領域における色彩の面積効果に関する研究その 1 無彩色の場合, 日本建築学会大会, pp363-364, (2001)

[連絡先]
東京都立産業技術高専 三林研究室
〒116-8523 東京都荒川区南千住 8－17－1
相田 翔
e-mail : s16001@g.metro-cit.ac.jp

1C3-3 眼電位および頭部運動に関連する各種パラメータを用いたドライバーの運転余裕評価

○横尾壮一郎*，乙川友佑*，西内信之*，茅原崇徳*，山中仁寛**，森島圭祐***，大本浩司***
*首都大学東京，**甲南大学，***ヤマハ発動機株式会社

Evaluation of driver's safety margin using various parameters related to EOG and head movements

Soichiro YOKOO*, Yusuke OTOGAWA*, Nobuyuki NISHIUCHI*, Takanori CHIHARA*, Kimihiro YAMANAKA**, Keisuke MORISHIMA***, Hiroshi DAIMOTO***
* Tokyo Metropolitan University, ** Konan University, *** YAMAHAMOTOR CO., LTD.

1. 緒言

自動車運転において，ドライバーは視覚や聴覚などを用いて情報獲得を行っている．これらの情報を基に，ドライバーは認知情報処理過程である「知覚→認知（判断）→行動」を繰り返しながら自動車を操縦している．しかしドライバーが処理できる情報量には限りがあり [1]，多くの情報を処理しなければならない状況下では，誤判断や誤操作といったヒューマンエラーが誘発され，重大な交通事故の原因になりかねない．そのため自動車運転時におけるヒューマンエラーを未然に防ぐためには，ドライバーの状態把握が必要である [2]．そこで，本研究ではドライビングシミュレータ（以下 DS）を用いた仮想環境にて走行実験を行う．実験では，ドライバーの眼球運動と頭部運動を計測し，計測値から算出した視認行動に関するパラメータを機械学習手法に適用することでドライバーの運転余裕を評価する手法を提案する．

2. ドライビングシミュレータによる走行実験

実験は，先行研究 [3,4]に倣い，DS（HONDA，DA-01）により実施した．図 1 に実験に用いた機器の構成を示す．被験者は，主課題として完全自由視状態のもと DS の運転作業（突発的な危険イベントのある市街地コース（1 周約 3 分））を行った．被験者への教示内容は，交通法規の遵守，速度制限 40km/h とした．被験者には眼電位センサを装着し多用途生体信号計測装置（日本光電，WEB-5000）により，眼電位を計測した．頭部運動の計測は，ジャイロセンサー（マイクロストーン，MP-G3-400B）を被験者の頭部に固定して行った．眼電位と頭部運動はディジタルデータレコーダ（TEAC，LX-50）で同期をとり，250Hz のサンプリングで記録した．

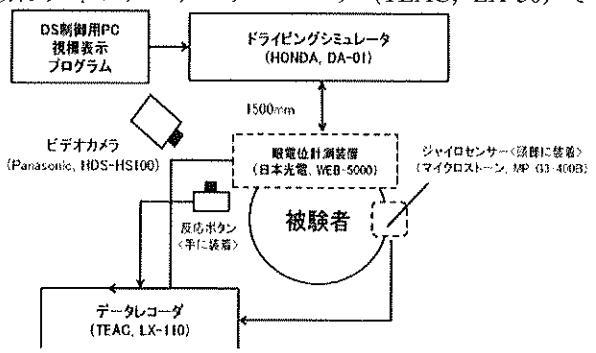


図 1 計測機器構成図

次に，被験者には副次課題として，「読み上げ」，「加算」の数的課題を課した．実験条件としては，数的課題を行わない「なし」条件を加えた 3 条件（心的負荷の低い順に「なし」，「読み上げ」，「加算」）とし，数的課題では一桁の数値が音声により 3 秒間隔で被験者に伝えられ，被験者がその数値を回答する課題を「読み上げ」，連続する 2 つの数値を足し合わせ，答えの一桁目を回答する課題を「加算」とした．回答方法は，発声による眼電位計測への悪影響を考慮し，各課題の答えが予め決められた特定の数値のときに手元のボタンを押すこととした．

実験スケジュールを図 2 に示す．被験者は，練習コースを 3 周する練習走行を行った後，眼電位センサ，ジャイロセンサーを装着し，DS 画面上における視点移動量を校正するためのキャリブレーション課題を行った．

キャリブレーション課題は，DS 画面上の 9 点に提示された視標（視角にして 1.0 度の赤色背景に白抜きのランドルト環）の視認課題であり，各視標を注視する際の眼電位および，頭部回転角を計測した．さらに，瞬目の際に生じる眼電位もあわせて計測した．実験では，ランダムに割り振られた数的課題条件下にて走行実験を行い，走行後には被験者に NASA-TLX[5]評価シートへの回答を求め主観的負担感の評価指標とした．これを 1 セットとし，「なし」，「読み上げ」，「加算」の各条件を 2 セット，計 6 セット実施した．なお被験者は 21～27 歳の DS 操作に習熟した大学生・大学院生 9 名とし，実験内容について十分な説明を行った．被験者には，課題遂行の優先順位が DS の運転課題，数的課題の順であることを教示した．

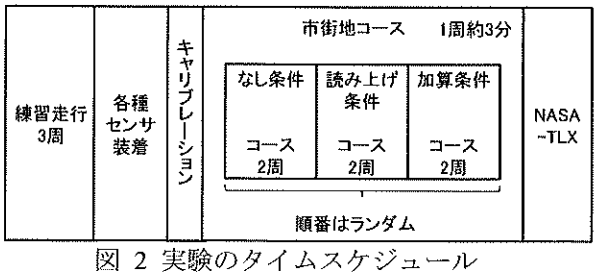


図 2 実験のタイムスケジュール

3. 実験結果

数的課題に対する平均正答率は「読み上げ」条件で 95%であったのに対して，加算条件では約 90%と有意に低下する結果であった．($p<0.05$, t 検定)．また，図 3 に NASA-TLX に対する回答を用いて算出した AWWL 得点を示す．AWWL 得点は，主観的な作業負担レベルを表すもので AWWL 得点は高い順に「加算」条件（70 点），「読み上げ」条件（54 点），「なし」条件（42 点）であり，分散分析，多重比較検定の結果，全ての条件間で有意な差が認められた（$p<0.05$, Holm 法）．

これらの結果は，本研究で用いた数的課題条件により段階的に被験者の心的負荷が増加していることを示しており，研究目的を達成するために適切な課題設定であったことを示すものである．

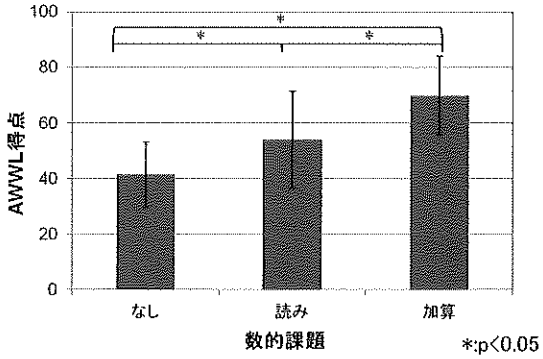


図 3 AWWL 得点と数的課題（MWL）

4. 機械学習による運転余裕推定

本研究では，機械学習手法として RBF，SVM，Adaboost の 3 つの手法を採用した．機械学習に用いる説明変数は，先行研究 [3]を参考に，表 1 の通りとした．眼球運動関連パラメータのみを対象に行った「分類 1」，頭部運動関連パラメータのみを対象に行った「分類 2」，眼球運動関連と協調関連パラメータを複合させた「分類 3」，頭部運動関連と協調関連パラメータを複合させた「分類 4」の 4 つ分類で機械学習を実施した．

表 1 運転余裕推定に用いる説明変数

運動種別	パラメータ名	分類
眼球運動	瞬目率（瞬目回数/分）	1・3
	眼球運動ノルム（運動量）	1・3
	眼球運動比率	1・3
	眼球運動時間	1・3
頭部運動	頭部運動回数	2・4
	頭部運動量	2・4
	頭部運動時間	2・4
	頭部運動速度	2・4
眼球頭部協調運動	協調運動数	3・4
	頭部運動先行確率	3・4

先行研究では，各運動の水平方向のみを取り扱っているが，本研究では垂直方向成分も合わせたものを取り扱っている．目的変数は，運転余裕（「加算」条件＝運転余裕小，「なし」条件＝運転余裕大）の 2 変数とした．判別精度は、全ての評価データセットの数に対して，運転余裕大または小を正しく判別できた評価データセットの数の割合とする．被験者 1 名のデータを評価データ，他 8 名を教師データとした 9 分割交差判定を行い，
9 回の交差判定の判別精度の平均値を判別精度の指標とする．

各学習手法による判定精度の算出結果を表 2 に示す．Adaboost 手法での判別結果が良く，特に，分類 4 のパラメータセットで，81%と最も高い判別精度で運転余裕を判別できることがわかった．表 2 運転余裕の正判別結果

モデル	分類 1	分類 2	分類 3	分類 4
RBF	0.58	0.50	0.58	0.58
Adaboost	0.75	0.78	0.69	0.81
SVM	0.72	0.53	0.75	0.58

5. 結言

本研究では，DS 走行時の運転余裕を眼電位計測による眼球運動関連パラメータと，ジャイロセンサーを用いて計測した頭部運動関連パラメータから推定する手法について検討した．その結果，評価パラメータを複合的に機械学習手法に適用することで 8 割以上の精度で運転余裕の強度が判別可能であることを示した．

6. 文献

1) 三浦利章：行動と視覚的注意，風間書房，pp.3-52, 1996.
2) Hollnagal.E: Human Reliability Analysis Context and Control, Waltham Massachusetts, Academic Press, pp145-151, 1993.
3) 横尾壮一郎他：ウェアラブルデバイスを想定した眼電位ならびに頭部運動関連パラメーを用いたドライバの運転余裕評価，ヒューマンインターフェイスシンポジウム 2016, Paper No.3D2-2, 2016.
4) Keisuke Morishima et al. : Estimation of useful field of view by machine learning based on parameters related to eye movement: New Ergonomics Perspective, CRC Press, pp53-62, 2015.
5) 芳賀繁他：日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定，人間工学，Vol.32(2), pp.71-79, 1996.

[連絡先]
横尾 壮一郎
e-mail：yokoo-souichiro@ed.tmu.ac.jp

1C3-4

ランドマークの特性を利用した視認性評価モデル式構築手法の提案

○大沼洋平*，古川宏**
*筑波大学大学院システム情報工学研究科リスク工学専攻，**筑波大学システム情報系
English Title and Subtitle
Yohei ONUMA*, Hiroshi FURUKAWA**
Department of Risk Engineering, Faculty of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba *
Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba**

1. はじめに

1.1 研究背景

近年、携帯端末向けの歩行者ナビゲーションシステムが多く提供されている。歩行は人間に欠かすことができない交通手段であり、歩行者の快適な移動を支えるため歩行者ナビゲーションシステムに関する研究開発が盛んに行なわれている。[1]しかし、GPS の測位誤差により実際の現在位置とスマートフォンの画面上の現在位置にズレが生じることがある。また、複雑な街路やランドマークが少ない街路を経由する経路が提示され、現在位置特定が困難になる場合がある。このため、ユーザが不安に陥ってしまうことが報告されている。[2]そんな中、歩行者ナビゲーションにおける問題を解決するため、ランドマークに着目した様々な研究がなされている。

宇戸ら [3]、中村ら [4]はランドマークの見つけやすさを定量的に評価し、見つけやすいランドマークが多い交差点を経由する経路探索モデルを提案した。ランドマークの種類ごとの見つけやすさを表す「認知容易性」とランドマークの視認可否を表す「視認可能性」を提案し、これらを用いて交差点ごとの位置特定難易度を推定し、歩行者ナビゲーションシステムに導入している。また、利用するランドマークの種類を追加していくことでより実用的な経路策定が実現できるとしている。

宇戸ら、中村らは被験者実験を実施し、その結果から「認知容易性」定量化のためのモデル式を構築している。モデル式の概形を式(2-1)に示す。

$$認知容易性=ax+b \quad (2\text{-}1)$$

x[m]は交差点とランドマークとの距離を表している。a,b はランドマークごとに異なる値となっている。

宇戸ら、中村らの手法では利用するランドマークの種類数を増やすたびに被験者実験をする必要があり、実験を実施するにあたって多くの負担がかかってしまうこと、また、追加すべきランドマークの種類数は検討もつかず実験してもキリがないことが問題として挙げられる。

1.2 本研究の目的

宇戸ら、中村らは被験者実験からモデル式を構築している。本研究では、実験をせずに、ランドマークの特性（看板の有無、建物の大きさ、フェンスなどそのランドマーク特有のものがあるなど）からモデル式を導出する手法を提案することを目的とする。提案手法を図 1-1 に示す。

以上の目的を達成するために、まず分析対象を増やすため、宇戸ら・中村らの手法を用いてランドマークのモデル式を構築する。そのために被験者実験を実施する。また、ランドマークの特性を考察し、特性とモデル式のパラメータ(式(2-1)における a,b)間の関係を分析する。分析結果からパラメータを推定する式を提案する。

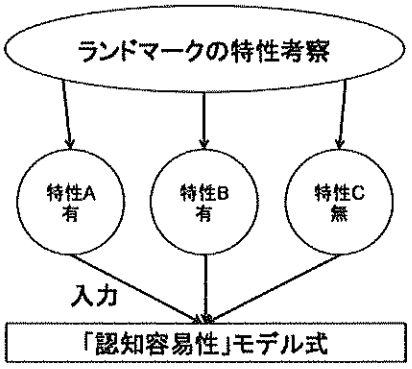


図 1-1：提案手法

2. 分析対象追加のための被験者実験

宇戸らは 9 種のランドマークに対してモデル式を構築している。本実験は分析対象を増やすため新たに 5 種のランドマークに対して被験者実験を実施し、宇戸らの手法によりモデル式を構築する。

実験協力者には交差点にて指定した方向を見てもらう。その風景の中から指定した建物を探し、その建物の見つけやすさを 5 段階で評価してもらった。その後、ヒアリングを行いその評価にした理由や建物を見つけた要因を調査した。被験者は 18～26 歳の男女 10 名である。所要時間は交差点間の移動時間も含め 5 時間程度であった。

対象とする建物はスーパーマーケット、カラオケ店、交番、寺院、消防署の計 5 種類であり、交差点と建物との距離が 10m,50m,100m の 3 条件となる箇所で実施した。また、どの場合でも対象の建物は視認可能である交差点を選定した。

実験から得られた各被験者の主観的評価を目的変数、

距離を説明変数として単回帰分析を行い、認知容易性を評価する関数を構築した。構築した認知容易性モデル式を表 2-1 に示す。

表 2-1：認知容易性モデル式

建物	認知容易性(決定係数)
スーパー	$0.007x+4.333(0.046)$
カラオケ店	$-0.024x+5.619(0.472)$
寺院・神社	$-0.016x+3.807(0.095)$
消防署	$-0.027x+4.743(0.249)$
交番	$-0.033x+5.352(0.692)$

上記のモデル式と既存のモデル式を分析することでランドマークの特性と各パラメータとの関係を明らかにする。

3. 既存モデル式に対する重回帰分析

ランドマークの特性と「認知容易性」のモデル式のパラメータとの関係を明らかにするために重回帰分析を実施した。求めるパラメータ、ランドマークの特性はどちらも量的変数と見ることができるためである。

目的変数をモデル式のパラメータ、説明変数をランドマークの特性の有無とした。ランドマークの特性は先行研究において考察されていたものに加え、実地での建物の情報を参考にした。各ランドマークに対して特性ありを 1、特性なしを 0 として表現している。

なお、ステップワイズ法を適用し、有意確率が 0.05 以下となる目的変数のみを採用している。分析結果を用いて、入力をランドマーク特性の有無、出力をモデル式の各パラメータとするパラメータ推論式を構築した(表 3-1)。に示す。

表 3-1：パラメータ推論式

パラメータ	推論式(決定係数)
距離係数	$0.012x_1+0.01x_2+0.004x_3-0.015$ (0.942)
定数	$1.996x_4+1.286x_5+2.948$ (0.826)

表中の変数は以下の通りである。

x_1：距離が離れるほど見つけやすい

x_2：建物が大きい

x_3：看板が正方形

x_4：看板がある

x_5：周囲に特徴

どちらの推論式においても決定係数が 0.8 以上である。このことから、ランドマークの特性を説明変数とした重回帰分析によるパラメータ推論は可能であると考えられる。

4. おわりに

4-1. まとめ

本研究では視認性評価モデル式構築の手法の提案を行った。まず、分析対象のランドマークを増やすため、被験者実験を実施した。得られた結果を用いて新たに 5 種類の「認知容易性」モデル式を構築した。

また、すでに利用されているランドマークを対象に、その特性を考察し、特性の有無を説明変数、モデル式の各パラメータとして重回帰分析を実施した。結果として、決定係数の高いパラメータ推論式を構築することができた。

4-2. 今後の課題

実地での実験の協力者は今回 10 名だった。データ量を増やすため被験者実験を実施する。実地実験での負担が大きいため、ディスプレイを用いたシミュレーション実験を予定している。実地とシミュレーションのデータを比較し、有意差を明らかにすることで実験環境の有意性を評価する。

また、実地実験の結果、または、シミュレーション実験が有意であればその両方のデータから認知容易性のモデル式を構築する。構築されたモデル式の各パラメータを対象とし、重回帰分析を実施し、「認知容易性」のモデル式におけるパラメータの推論式を構築する。

5. 参考文献

1) 間邊、長谷川、松岡、古川、福田:プラットホーム志向の歩行者 WYSIWYAS ナビゲーションシステムの提案,電子情報通信学会論文誌 A Vol.J95-A No3、pp268-282

2) 楯列・松下・宗本：携帯電話歩行者ナビゲーションシステムによる経路探索行動の不安度の変化,日本建築学会計画系論文集 NO.608,pp.59-64(2006)

3) 宇戸、古川:ランドマークの定量的評価に基づく歩行者の不安を軽減する経路探索アルゴリズム、モバイル'08 研究論文集、pp.47-52

4) 中村、古川:ランドマークに基づく歩行者の位置特定難易度推定モデルの提案と実践的検証、シンポジウムモバイル'13 研究論文集、 pp.119-124

[連絡先]

大沼洋平（おおぬまようへい）

e-mail：s1520573@u.tsukuba.ac.jp

古川宏（ふるかわひろし）

e-mail: furukawa.hiroshi.gu@u.tsukuba.ac.jp

1D3-1

脚立作業を想定した狭い足場上での立位姿勢動揺および筋負担評価

○菅間敦*，守屋郁翔**，瀬尾明彦***
*労働安全衛生総合研究所，**首都大学東京大学院システムデザイン研究科，
***首都大学東京システムデザイン学部

Evaluation of Postural Sway and Muscle Load during Upright Standing on Narrow Ridges

Atsushi SUGAMA*, Ikuto MORIYA**, Akihiko SEO***
*National Institute of Occupational Safety and Health, **Graduate School of System Design,
Tokyo Metropolitan University, ***Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University

1. 緒論

脚立などの高所作業用具を用いた作業は様々な業種で行われているが，作業中の墜落・転落などの労働災害が多数発生しており安全化が求められている [1].

脚立からの転落は，用具の転倒もしくは作業者のバランスの崩れをきかっけとして発生するが，その背後要因としては用具の構造，作業者，作業行動などが関係していると考えられる．しかし用具の安定性に比べ，脚立のように狭い足場上での作業者の姿勢バランスについては十分に検討されていない．人の姿勢が崩れにくい用具の構造が明らかとなれば，脚立などの高所作業用具の設計に広く適用できる可能性がある．

そこで本研究では，脚立作業を想定した狭い足場での姿勢安定性に対して，足場の前後幅が与える影響を明らかにすることを目的とした．具体的には，立位姿勢保持中の身体重心，床反力作用点，筋負担を評価することで，狭い足場上でのバランス保持の機序について検討を行った．

2. 方法

2.1 実験参加者および実験手順

実験参加者は 22 歳から 27 歳までの男性 11 名で，年齢は 23.4 ± 1.5 (以下，平均±標準偏差) 歳，身長は 169.3 ± 4.9 cm，体重は 61.2 ± 7.9 kg であった．

実験内容は図 1 のように，フォースプレート上に設置された高さ 8 cm，左右の幅 48 cm の足場板上に立ち，前方を見ながら立位姿勢を 60 秒間保持するものである．その際，実験条件として足場板の前後長を 6 cm，8 cm，10 cm，15 cm，25 cm の 5 条件で変化させ，姿勢動揺および筋活動を各条件につき 2 試行ずつ計測した．

本研究は首都大学東京日野キャンパスの研究倫理審査委員会の承認を得て実施した．各実験参加者に対しては事前にインフォームド・コンセントを得た上で，安全に十分に配慮して実験を行った．

2.2 計測および解析項目

床反力計測のため，足場板の下にフォースプレート (Kistler 社, 9280AA) を 1 枚設置し，サンプリング周波数 500 Hz で足裏荷重とモーメントを 3 次元的に記録した．その後，床反力作用点 (COP) 位置を算出し，その位置と移動速度などを求めた．

作業姿勢計測のため，反射マーカ 37 点を参加者の身体に貼付し，光学式モーションキャプチャ (Natural Point 社，OptiTrack) を用いて位置座標を 100 Hz で計測した．その後，3 次元人体モデルを用いて身体各部の関節角度と身体重心 (COM) 位置を求めた．

また表面筋電図アンプ (S&ME 社，DL-141) を用いて立位姿勢保持中の筋活動を 500 Hz で記録した．計測箇所は，胸部乳突筋，僧帽筋上部，腹直筋，脊柱起立筋，大腿直筋，大腿二頭筋，前脛骨筋，腓腹筋の 8 ch (すべて右側) とした．計測値は最大随意筋収縮時の電位に対する%値 (%MVC) に変換した．

統計分析は，各指標を目的変数，足場の幅と被験者の主効果を因子とする分散分析を行い，すべて有意水準 5%として判定した．

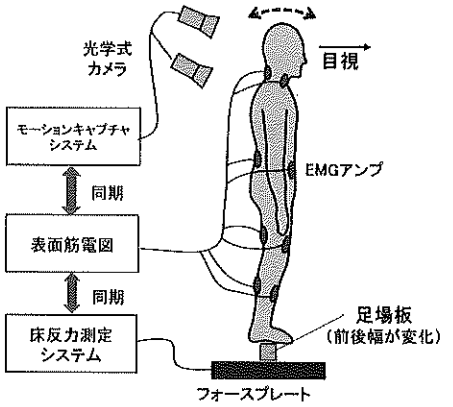


図 1 実験の様子

3. 結果および考察

3.1 姿勢動揺の時系列変化

COM，COP，体幹前傾角の矢状面方向の時系列変化として，足場幅 6 cm 条件の一例を図 2 に示す．どの値も周期的に変動する傾向がみられたが， COM の変動幅は約 1 cm であったのに対し，COP の変動幅は約 3 cm と COM より大きい傾向がみられた．なお支持基底面 (足場幅 6 cm) に対する相対的な移動距離に換算すると，COM が約 16.7%， COP が約 50%となる．またほとんどの時間で COM が COP より前方にあることから前回りのモーメントが身体に発生しており，足関節の底屈など後ろ回りのモーメントが姿勢制御に必要であったと考えられる．

体幹前傾角の変動幅は約 4 度であったが，COM と COP に対してピークの出現が 0.2 s 程度遅れた位相となっていた．これは足関節または膝関節の姿

勢調節による COP 制御が反射的に行われており，

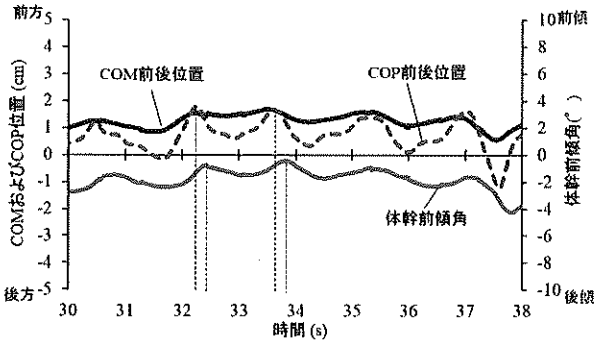


図 2 足場幅 6 cm 条件での身体重心（COM），床反力作用点（COP），体幹前傾角の時系列変化される．

3.2 足場幅の影響

上体の姿勢変化には時間遅れが生じたためと推察

図 3 に COP の単位時間軌跡長の結果を示す．足場幅 25 cm 条件では平均 1 cm/s の速度で COP が移動しており，足場幅が 15 cm に減少しても変化は見られなかった．しかし足場幅 10 cm 条件から COP 移動速度が有意に増加し，足場幅 6 cm では 3.6 cm/s まで増加した．足場幅の減少によって，COP の移動速度は非線形に増加する傾向がみられた．

図 4 に各関節の平均角度の結果を示す．足場が狭くなるにつれ足関節の背屈角と膝関節の屈曲角が大きくなっていたが，股関節の屈曲角と体幹の前傾角はほぼ一定に保たれていた．これは狭い足場上に立つ際，足関節を背屈し足裏を足場板後方のエッジに当てる立ち方をし，膝関節の屈曲角度により全体の姿勢を調整したためと考えられる．一方，狭い足場上でバランスを崩した際は股関節の屈曲・伸展による反射的な重心コントロールがなされる [2]ため，姿勢保持に対して股関節の角度は用いられなかったと推察される．

図 5 に筋電図の結果の一部を示す．計測した筋のなかで足場幅の主効果がみられたのは前脛骨筋だけであったが，これは立位姿勢保持のための足関節背屈によるものと考えられる．それ以外の筋は足場幅の減少による変化はみられず，バランスが崩れた後の姿勢の回復にのみ用いられると考えられる．

4. 結論

本研究により足場の前後幅の減少により，床反力作用点（COP）の移動速度が非線形的に増加することが示された．一方，足場幅が前後に 15 cm あれば通常の立位と同等に姿勢が安定する傾向が示唆された．今後，上肢作業や視線の方向等を加味し，実作業を想定した条件でも姿勢安定性について検証を行う予定である．

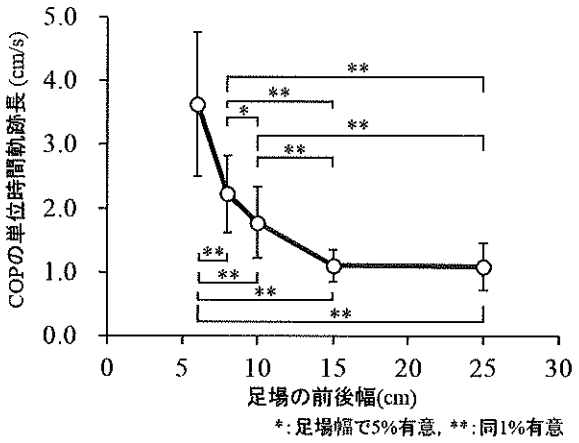


図 3 足場幅別の COP 単位時間軌跡長

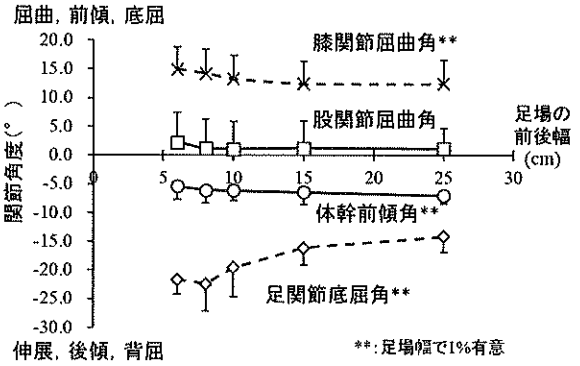


図 4 足場幅別の平均関節角度

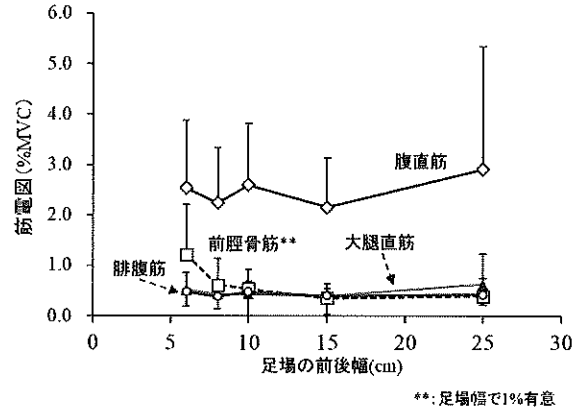


図 5 足場幅別の平均筋電図電位

5. 文献

1) 菅間敦，大西明宏：脚立に起因する労働災害の分析，労働安全衛生研究，8 (2)，91-98，2015.

2) A. Shumway-Cook, M.H. Woollacott 著，田中繁，高橋明 監訳：モーターコントロール原著第 4 版，172-178，医歯薬出版株式会社，2013.

[連絡先] 菅間 敦（すがま あつし）
e-mail：sugama@s.jniosh.go.jp

1D3-2

反復荷物持ち上げ動作評価への筋疲労モデルの適用

○瀬尾明彦*，坂口万喜**，野沢朱那**，茅原崇徳*
*首都大学東京システムデザイン学部，**首都大学東京システムデザイン研究科

Application of Muscle Fatigue Model on Evaluation of Repetitive Lifting Task

Akihiko SEO*, Maki SAKAGUCHI**, Ayana NOZAWA**, Takanori CHIHARA*
*Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University,
**Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

1. 目的

反復動作による筋骨格系負担の評価には，実験等に基づく評価法と理論モデルによる評価法がある．前者は適用範囲が前提とする実験や調査の条件に限定されるのに対し，後者はより自由な作業条件の評価に適用できることが期待されている．後者の1つに Liu ら [1]が提唱し Xia ら [2]が拡張した筋の疲労・回復の 3 要素モデルがある．このモデルの妥当性の検証は，現状では単関節の反復保持実験にとどまっており，荷物持ち上げ動作のような全身動作での検討はなされていない．そこで本研究では，Xia らの筋疲労モデルをデジタルヒューマンに組み込み，荷物の持ち上げの評価式として広く利用されている米国国立労働安全衛生研究所（NIOSH）の Lifting Equation（以下，NLE）[3]との一致性を検証することとした．

2. 方法

2.1 Xia らの筋疲労モデルの概要

Xia らのモデルでは，筋の運動単位は活動分（M_A），未活動分（M_R），疲労分（M_F）の 3 要素で構成されるとし，筋活動と休息による疲労と回復で 3 要素の量が時刻 t において経時的に以下の関係で増減するとしている．

$$\frac{dM_R}{dt} = -C(t) + R \cdot M_F$$

$$\frac{dM_A}{dt} = C(t) - F \cdot M_A$$

$$\frac{dM_F}{dt} = F \cdot M_A - R \cdot M_F$$

ここで，F は疲労係数，R は回復係数であり（値は文献 4 参照），$C(t)$は次式で与えられる．

$C(t) = L \cdot (TL - M_A)$: $M_A < TL$かつ $M_R > TL - M_A$

$C(t) = L \cdot M_R$: $M_A < TL$かつ $M_A < TL - M_A$

$C(t) = L \cdot (TL - M_A)$: $M_A \geq TL$

ここで L は定数 (=10)，TL は筋にかかる負荷（最大筋力比%MVC に相当）である．

3 成分 M_A, M_R, M_Fの総和は常に 100%で，初期状態（時刻 t=0）で筋疲労がない場合は$M_A(0) = 0\%$, $M_R(0) = 100\%$, $M_F(0) = 0\%$である．筋に負荷 TL がかかると，TL に応じた$C(t)$だけM_Rは減ってM_Aが増える．TL が持続するとM_Aは疲労により$F \cdot M_A$だけ減るが，疲労分のM_Fは$R \cdot M_F$だけ回復する．

筋が疲労すると，中枢から筋への収縮指令は疲労のない状態より高くなると想定される．Xia ら [2]はこの収縮指令をBE（Brain Effort）として，以下の式で求めている．

$$BE = \frac{TL}{RC} \times 100\%: \; TL \leq RC$$

$$BE = 100\%: \; TL > RC$$

ここでRCは筋の残存能力(Residual Capacity)で，$RC = 100\% - M_F$ である．疲労がない場合（$M_F = 0\%$）は$BE = TL$となる．M_Fの増加に応じてRCが減るため，BEは高くなる．RC が TL を下回ると筋はその力発揮の要求に答えられなくなる．したがって，動作開始時から$RC = TL$ あるいは $BE = 100\%$となるまでの時間が最大持続時間 MHT（Maximum Holding Time）になる．

2.2 NLE の概要

NLE は，荷物持ち上げ作業における主に腰痛予防を目的として開発された手法で，作業条件から荷物の取り扱い重量限界 RWL（Recommended Weight Limit）を求め，RWL を実際の作業での取り扱い重量と比較することでのその腰痛リスクを評価する．RWL は，持ち上げ頻度と作業時間のほか，荷物の上げ下ろしの始点と終点の位置など 6 つの要因を 0～1 の係数に変換し，その係数の積に定数（23kg）をかけて求めた値である．

2.3 シミュレーションの方法

まず，デジタルヒューマンで NLE と同じ作業位置で質量 RWL の荷物の持ち上げを行う際の各関節のトルク比（最大トルク推定値に対する比）を求める．このトルク比を TL とみなして筋疲労モデルに投入し，NLE と同じ頻度で持ち上げ動作を反復した場合の M_F, RC, BE 等を求める．今回は NLE の作業時間を最大 1 時間の条件に限定したので，腰部（L5/S1）のトルク比を用いた筋疲労モデルの MHT が 1 時間と推定されれば，両者は一致すると判断できる．ただし，NLE には持ち上げ動作の所要時間等の規定がない．そこで本研究では，個々の持ち上げを持ち上げ動作時間 LT と次の持ち上げまでの待ち時間 RT の 2 成分で構成されるとし，MHT がちょうど 1 時間になる LT を求めた．求めた LT が全身での持ち上げ作業として現実的な範囲（本研究では 2～4 秒と想定）に収まれば，筋疲労モデルによる推定値と NLE の推定値は合致すると判断することとした．持ち上げ頻度 LF は 1, 2, 4, 8, 12 回/分の 5 条件とし，各条件で MHT が 1 時間となる LT を求めた．荷

物の始点は作業者前方 40cm，高さ 25cm，終点は前方 40cm，高さ 75cm とした．持ち上げ動作は，Squat lift だと膝関節負荷が高くて 1 時間の反復持ち上げが困難だったため，今回は Back lift のみとした．

3. 結果

図 1 に，筋疲労モデルの各値の時間的な推移の例を示す。これは持ち上げ頻度 *LF* が 2 回/分の条件で持ち上げ動作時間 *LT* が 6.5 秒の時に *MHT* が 1 時間となったものである．*TL* は 30 秒間隔の持ち上げに伴う筋発揮，M_Fは筋疲労の蓄積，*RC* は残存能力の減衰を示している．*BE* は，最初は *TL* とほぼ同じ値を示すが，徐々にピークが高くなる．1 時間（3,600 秒）のところで *RC* が *TL* の最大値（37.8%）と同じ値になって *BE* のピークは 100% に達し，その時点が *MHT* である．図4に *LF* と *LT* の関係を示す．*LF* が多くなるほど *LT* は短くなるが，4～12 回/分ではおおむね 2～ 4 秒の範囲となっている．*LF* が 4 回/秒より少ないと *LT* は急激に延長している．

4. 考察

反復動作の負担や疲労の評価法の検討では，実験での検証が困難なので，今回のような公表済みの実験結果や評価法と相互比較する手法がよく利用される．

図 2 に示した通り，*LF* が 4～12 回/分の範囲では，*LT* を 2～4 秒の範囲にすれば 1 時間の反復持ち上げ動作は可能と推定された．実際の荷物持ち上げ作業を想定すると，荷物を掴むときや持ち上げた荷物を置くときに把持方法の把握や置き場所の確認で時間を取られることはよくあり，これは現実的な結果と思われる．*LF* が高いほど *LT* が短くなるので，荷物の把持・置きに時間がかかると所定の時間の動作反復が困難になる．荷物の保持時間は極力短くするように作業設計すべきことがわかる．逆に *LF* が低いほど *LT* は延長するので，作業に余裕がでることも結果より読み取れる．

LF が 1 回/分の持ち上げでは，*LT* は 12 秒となって単なる荷物持ち上げ動作としては長すぎ，筋疲労モデルの推定が当てはまらなかったと判断できる．実際の作業では，このような低頻度の作業だと持ち上げ動作の間の待ち時間に別な作業が含まれると想定される．それを加味できなかったので，このような長い *LT* になったと思われる．

5. まとめ

Xia らの筋疲労モデルを反復荷物持ち上げ作業に適用し，NIOSH の荷物持ち上げ評価式と比較することによりその推定の妥当性を検証した．その結果，持ち上げ頻度が 4～12 回/分の範囲ではおおむね妥当との結果が得られた．

6. 謝辞

本研究は科研費 16K01247 の助成を受けて行った．

7. 文献

1) Liu, J., *et al.*: A dynamic model of muscle activation, fatigue, and recovery. *Biophysical Journal* 82, 2344–2359, 2002
2) Xia, T., *et al.*: A theoretical approach for modeling peripheral muscle fatigue and recovery. *Journal of biomechanics*, 41(14), 3046–3052, 2008
3) Waters, T.R., *et al.*: Revised NIOSH lifting equation for design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749-776, 1993
4) Frey-Law, L.A., *et al.*: A three-compartment muscle fatigue model accurately predicts joint-specific maximum endurance times for sustained isometric tasks. *Journal of biomechanics*, 45, 1803–1808, 2012

[連絡先]
瀬尾 明彦
e-mail：aseo@tmu.ac.jp

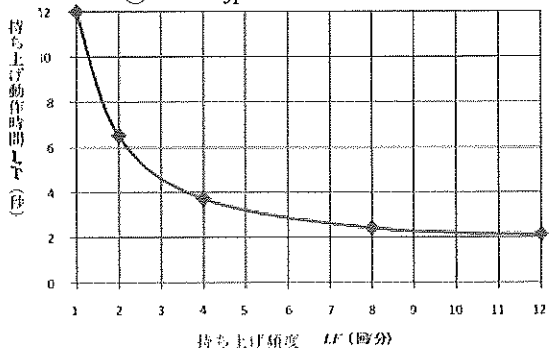


図 2 持ち上げ頻度と持ち上げ動作時間の関係

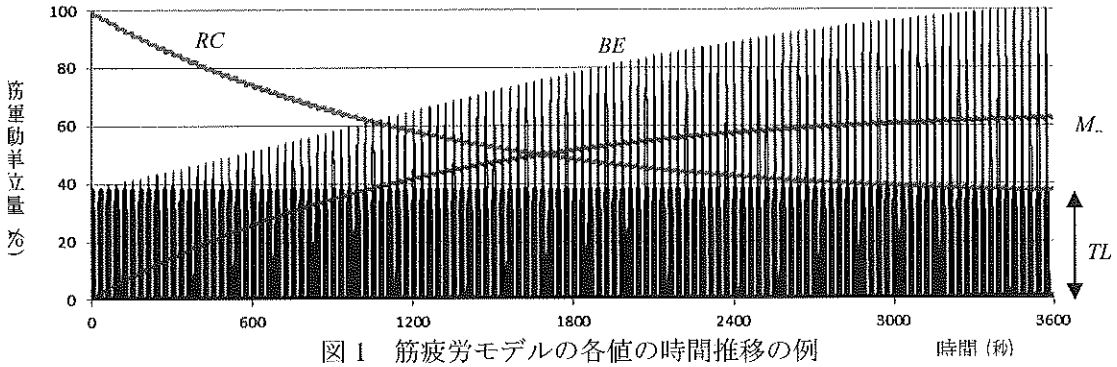


図 1 筋疲労モデルの各値の時間推移の例

1D3-3

動物用ハンディタイプ TPR（体温・心拍数・呼吸数）同時測定システムの開発と精度検証

○窪田泰斗*，　孫光鎬**，　唐澤薫***，　松田浩珍***，　松井岳巳*
*首都大学東京大学院システムデザイン研究科，**電気通信大学大学院情報理工学研究科，***東京農工大学大学院農学研究院

Development and preliminary validation of the handy type TPR (body temperature, pulse rate, respiratory rate) monitoring system for animals

Taito KUBOTA*, Guanghao SUN**, Kaoru KARASAWA***, Hiroshi MATSUDA***, Takemi MATSUI*
(*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University **Graduate School of Information Science and Engineering, The University of Electro-Communications ***Graduate School of Agricultural Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology)

1. 緒論

1.1 背景

近年の少子化を反映し，ペットを飼育する夫婦や，パートナーとしてのペットを求める独身者が増えている．ペットの家族化が進んでいるが，犬など動物は病気になっていても自ら飼い主に体調不良を伝えることができないため，体調管理を正しく行なうことが難しい．また，人間と同様に犬にも白衣高血圧があることが分かっており [1]，診察室に入り白衣を着た医師や看護師を目の前にすると緊張感から血圧が上昇し，血圧や心拍数に変化が生じてしまう．

1.2 研究目的

本研究では，短時間で動物用ハンディタイプ TPR（体温・心拍数・呼吸数）同時測定システムの開発を目的とする．このシステムでは飼い主の使用を想定しており，ハンディタイプで手軽に測定を行うことができれば，動物病院における診察時の緊張や恐怖に伴って変化したバイタルでなく，リラックスした状態の正常なバイタルの測定を行うことができ，ペットの健康状態を正確に把握できることが期待できる．また，日常的に測定することで日々の健康管理を観察できることも期待できる．

2. 方法

2.1 システム構成

動物用ハンディタイプ TPR 測定システムの構成を図 1 に示す．犬の鼠径部にデバイスの先端を当てることで，10 秒間の計測で同時に体温，心拍数，呼吸数を測定するシステムである．24GHz マイクロ波レーダー（SHARP）から心拍数，呼吸数を，サーモパイル(FLUKE, 80T-IR)から体表面温度を計測する．レーダーによる心拍数と呼吸数の測定は非接触で鼠径部下の大腿動脈の拍動による体表面の微振動を測定し求める．なお，各センサーから得られた信号の解析には LabVIEW（National Instruments）を使用する．

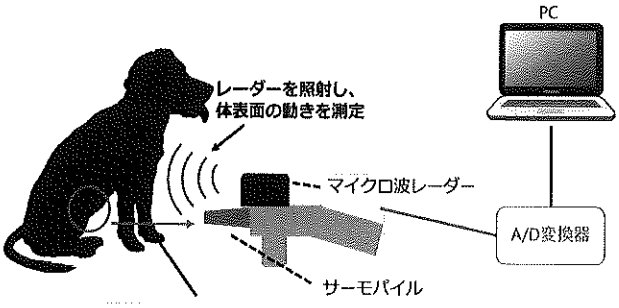


図 1 ハンディタイプ TPR 測定システム構成図

2.2 試験方法

開発したハンディタイプ TPR 測定システムを用い，10 秒間で犬の体温・心拍数・呼吸数の測定の検証試験を行った．研究対象は東京農工大学が所有している実験犬に対し行なった．なお，実験犬は中型犬 1 頭(12kg)，大型犬 3 頭（17kg, 19kg, 20kg）である．まず，実験犬にリファレンスとして心電計（3 点誘導）を装着し，安静な状態で鼠径部にデバイスの先端を当て，10 秒×3 回測定した．その後，リファレンスとして直腸温の測定を行なう．その後，軽い運動負荷（約 30m の全力疾走を数回）をかけ，直後に安静状態と同様に測定を行なった．なお，この試験は東京農工大学における動物実験規定に適合し承認された．

2.3 検証方法

レーダーとサーモパイルから得た信号を以下図 2 の手順で信号解析を行い，1 分間あたりの TPR を算出した．また，リファレンスとして心電図から 1 分間あたりの心拍数と呼吸数を，体温は直腸温から算出し，測定した結果と比較して検証を行なった．

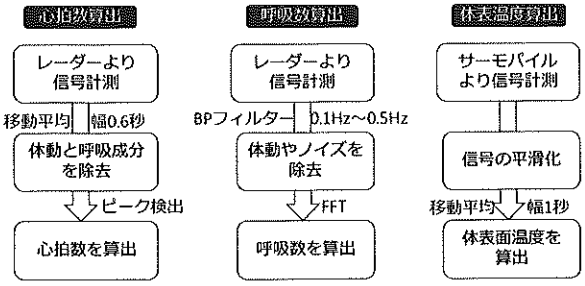


図 2 得られた信号の解析手順

3. 結果と考察 リファレンスとした直腸温と，測定した体表面温度の相関係数は 0.70 であり高い相関が見られる． 次に，心拍と呼吸について．試験時における実験犬の安静状態は，伏せ（3 頭）と立位（1 頭）であり，それぞれで異なる傾向が見られた．伏せの状態での結果を図 3 と 4 で示す．心拍に関しては，拍動の動きを正確に捉え，リファレンスとした心電図ともほぼ一致している．また，呼吸に関しても心電図から算出した呼吸のリファレンスとほぼ同値のスペクトルのピークを算出でき，レーダーによって心拍，呼吸を測定できたと考えられる．次に立位時の測定結果を図 5 で示す．伏せのときと比べると体動の影響が強く，心拍と呼吸信号の抽出が困難であった．また，パンティングと呼ばれる動物特有の体温調節のために行なう浅くて早い呼吸のときでは，体全体が小刻みに振動するので，体表面の微振動を計測するレーダーでは測定精度に大きく影響される．

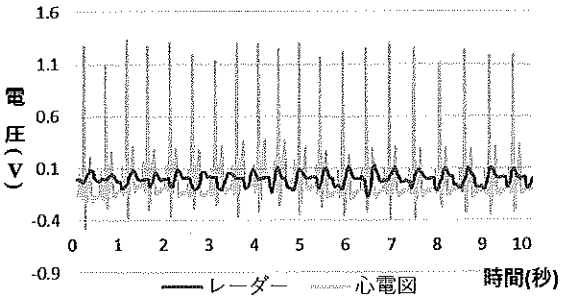


図 3 心拍の解析結果

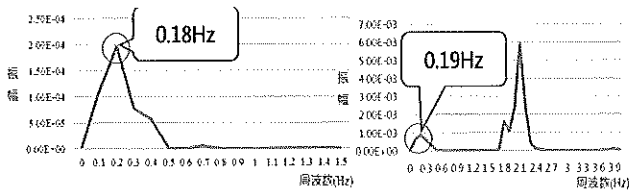


図 4 呼吸の解析結果（左：レーダー，右：心電図）

4. 結論

動物用ハンディタイプ TPR 同時測定システムの開発を目的とし，マイクロ波レーダーとサーモパイルによる犬の鼠径部計測での精度検証を行なった．結果，伏せのように重心が安定し，体動が少ない状態であれば，本システムによる TPR 同時測定の可能性を示唆した．今後の課題として，立位のときのように体動が比較的多くなってしまう場合においても，部分的に安定的な心拍信号を捉えることができているので，レーダーからの信号処理の解析方法の検討を進めていく．

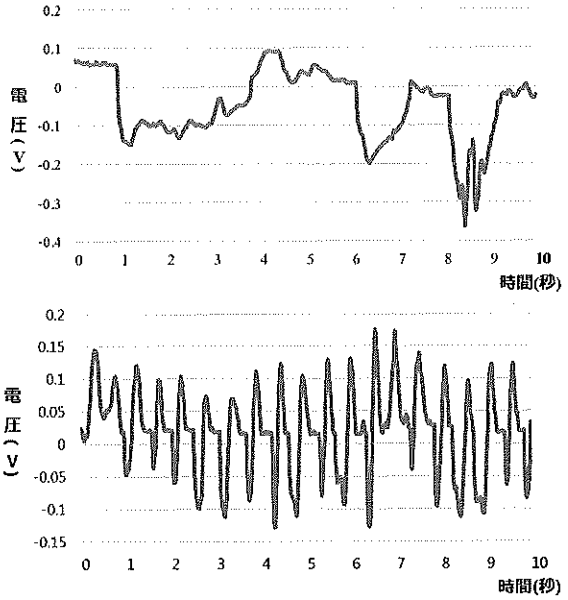


図 5 レーダー信号の比較（上：立位の状態，下：伏せの状態）

5. 参考文献

1) C.L. Marino, R.E. Cober, M.C. Iazbik, C.G. Couto : White-Coat Effect on Systemic Blood Pressure in Retired Racing Greyhounds , Journal of Veterinary Internal Medicine Vol. 25, 861-865, 2011

2) Suzuki S, Matsui T , Kawahara H, Gotoh S : Development of a Noncontact and Long-Term Respiration Monitoring System Using Microwave Radar for Hibernating Black Bear, Zoo Biology Vol. 28, 259-270, 2009

[連絡先]
窪田 泰斗
e-mail:kubo730tai@gmail.com

1D3-4

ハンドジェスチャによるポインティング操作特性に関する研究

ーポインティング操作の速度波形についてー

○松山周平*，辛島光彦**，西口宏美**
*東海大学大学院情報通信学研究科，**東海大学情報通信学部

A Study on Characteristics of the Pointing Operation by Hand Gesture

- For velocity waveform of pointing operation -

Shuhei MATSUYAMA*, Mitsuhiko KARASHIMA**, Hiromi NISHIGUCHI**
*Graduate School of Information and Telecommunication Engineering, Tokai University
**School of Information and Telecommunication Engineering, Tokai University

1. はじめに

近年、新たな2次元GUIの操作方法として、身振り手振りに代表されるハンドジェスチャによる操作が提案されている。

従来の研究にて、入力デバイスの1つであるマウスによる操作については、カーソルをターゲットに移動させクリックする操作(ポインティング操作)に要する時間が距離に比例しターゲットのサイズに反比例するという特性が，実空間の人間の動作特性を表した Fitts の法則を修正したモデルに適合することが明らかにされている。また、ハンドジェスチャによるポインティング操作については、Fitts の法則に必ずしも適合されるとはいえず、マウスによる操作の特性と異なり、ポインティング操作時間がターゲットサイズから受ける影響が少ないことが示唆されている。

本研究では、ハンドジェスチャによるポインティング操作に Fitts の法則が必ずしも適用され得ない原因について、ハンドジェスチャとマウスによる操作の速度波形を比較することにより検討した結果を報告する。

2. 実験方法

2.1. 被験者

20歳～21歳の健常大学生5名。

2.2. 実験課題

ISO 9241-441 Annex B[1] を基としたカーソルの移動操作課題を実験作業課題と設定した。図1に示すように円周上に等間隔に配置された15点のターゲットのうち、赤色に点灯したターゲットを番号順にポインティングする作業(多方向のタッピング作業)を、表1の困難度指標 ID 毎に2周してもらった。なお、ハンドジェスチャについては従来のマウスにおけるクリックに相当する操作が困難なため、2秒間の静止時間の判定によってポインティングを行う、ウェイティング法を採用している。ターゲットサイズ W(px)と移動距離 D(px)は表1に示すように、3通りずつ用意し、Fitts の法則（2次元版）に基づく9パターンの困難度指標 ID（式(1)）について検討した。

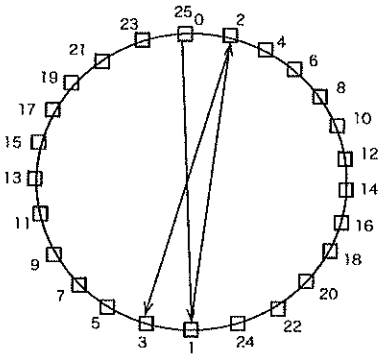


図1　多方向タッピング作業

表1 W と D の組み合わせと ID

	W(px)	D(px)	ID
①	48	320	2.94
②	48	560	3.66
③	48	800	4.14
④	36	320	3.31
⑤	36	560	4.05
⑥	36	800	4.54
⑦	24	320	3.84
⑧	24	560	4.6
⑨	24	800	5.1

$$ID = \log_2\left(\frac{D}{W} + 1\right) \quad \cdots (1)$$

2.3. 実験環境

実験に際し、大型ディスプレイと小型ディスプレイを使用し、視距離を2mとした。マウス操作には小型ディスプレイを用い、ハンドジェスチャ操作には大型ディスプレイを用いた。モーションキャプチャにはノビテック製 VENUS 3D を使用した。

2.4. 測定項目

ターゲットが点灯してから、そのターゲット内にカーソル移動させ、2秒間静止した時点までに時間から、静止時間を引いた時間をポインティング操作時間 MT(msec)として測定した。なお、実験により得られたデータについては、W,D 毎に有意水準 0.05 でスミルノフ・グラブス検定を行い、異常値を除去した。

3. 実験結果および考察

図2に表1に示す困難度指標 ID とポインティング操作時間 MT との関係性を示す。

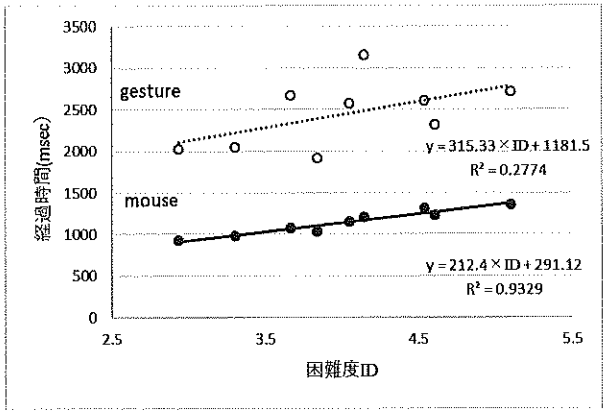


図 2 ポインティング操作時間と回帰直線

図 2 より、マウス（寄与率 0.9329）は Fitts の法則に適合し、ハンドジェスチャ（寄与率 0.2774）は Fitts の法則に適合しにくいことが示唆された。これは先行研究でも同じ結果となっている。

次に、被験者のマウスによるポインティング操作とハンドジェスチャによるポインティング操作の速度波形を図 3 に示す。

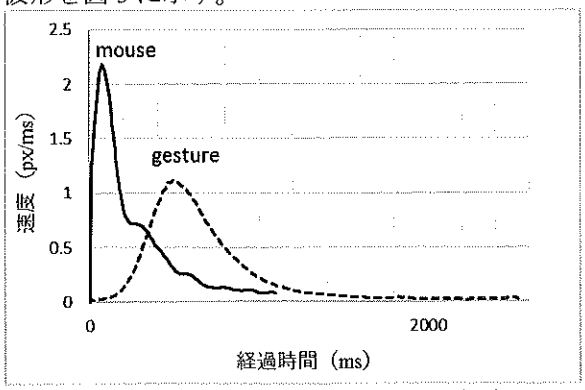


図 3　速度波形（W:36 D:560 の場合）

図 3 より、マウス、ジェスチャともにベル型波形をとるが、マウスにおいて、波形の途中で再度加速する部分が見受けられた。また、最高速度と最高速度に達するまでの時間がマウスとジェスチャでは異なることが示された。朝日らの研究[3]において、マウスによるポインティング操作時の最高速度と出現位置は C-D 比に左右され、C-D 比が小さくなるほど最高速度は速くなり、出現位置も早くなることが示されている。本研究で得た結果はこれに酷似しており、C-D 比の違いが影響を与えている可能性が示された。

3.1. 最高速度に到達するまでの時間と距離

従来研究において、ポインティング動作に関して前半を計画時間、後半を調節時間として分けるというモデルが提案されている。この 2 つの動作を分ける方法として、ピーク速度を境界点とするモデルと、最初の極小点が現れる点を境界点とするモデルが存在する。

本研究ではジェスチャにおいて後者のモデルを適用することが難しいため、前者のモデルを適用する。ここで、表 2 にマウスとジェスチャにおける各 W と D の組み合わせにおける最高速度に到達するまでの距離と時間を示す。

表 2　最高速度までの距離と時間

mouse					gesture				
	24	36	48			24	36	48	
320	53.7	79.5	51.7	(px)	320	126.3	140.5	127.96	(px)
	60	75	45	(msec)		510	510	480	(msec)
560	108	173.4	135		560	238.8	198.6	218.22	
	75	105	90			555	510	510	
800	199	178.2	240.6		800	327.3	367.3	255.3	
	90	90	105			585	600	510	

表の結果から、マウス、ジェスチャともに、最高速度および、最高速度の位置は移動距離に影響を受けることが示唆された。よって計画時間は距離に影響を受け、ターゲットサイズには依存しないことが示され、マウス、ジェスチャ共に計画の方法は同じであることが示された。

4. まとめと今後の展望

本研究では、ハンドジェスチャによるポインティング操作に Fitts の法則が必ずしも適用され得ない原因について、ハンドジェスチャとマウスによる操作の速度波形を比較することにより検討した。

結果として、マウスとハンドジェスチャの速度波形には再加速点の存在の有無と最高速度の違い、最高速度の出現位置が異なることが示された。また、マウス、ハンドジェスチャともにポインティングの計画の方法も同じであることが示された。

従来研究より、波形の違いに関しては C-D 比の影響が左右することが示されているが、本研究の結果も C-D 比が影響を及ぼしている可能性がわかった。今後は、ハンドジェスチャの C-D 比を変更しマウスの速度波形に近づくか、また Fitts の法則に適用可能になるのか、検討していく予定である。

参考文献

1) 森山 雄大，西口 宏美，辛島 光彦：ハンドジェスチャを用いた 2 次元 GUI 操作時の操作特性に関する研究―若年者のポインティング操作における Fitts の法則の適用に関する考察―，東海大学紀要情報通信学部，vol.8-No.1,1-7,2015

2) 築谷喬之，高島和毅，北村喜文：マウスポインティングにおけるターゲット属性が軌跡と運動特性に与える影響，ヒューマンインタフェース学会論文誌，Vol.10-No.1,95-102, 2008

3) 朝日元生，高嶋和毅，築谷喬之，北村喜文，岸野文郎：マウスポインティング時の C-D 比が運動特性に与える影響，情報処理学会論文誌，Vol.49,No.12,3879-3889

[連絡先]
松山周平(e-mail：6bjnm011@mail.u-tokai.ac.jp)

2A2-1

頚部・視線角度が有効視野領域に及ぼす影響

○乙川 友佑*, 横尾 壮一郎*, 西内 信之*, 茅原 崇徳* 山中 仁寛**, 森島 圭祐***,
大本 浩司***
*首都大学東京, **甲南大学, ***ヤマハ発動機株式会社

The effects of neck angle and gaze angles on Useful field of view

Yusuke Otogawa*,Soichiro Yokoo*, Nobuyuki Nishiuchi*,Takanori Chihara*
Kimihiro Yamanaka**,Keisuke Morishima***,and Hiroshi Daimoto***
*Tokyo Metropolitan University, **Konan University, ***YAMAHA Motor Co.,Ltd.,

1. 緒言

人の日常生活において, 外界情報の取得は視覚に大きく依存している. また, 人の情報処理資源量は有限であり, 限られた情報処理資源からタスク遂行に必要な資源量を割り当てながら情報処理を行っている. このことから, 視覚的に外界情報を入力する際に重要である有効視野と情報処理量の関係についての研究は数多く行われており, 処理資源量の余裕が小さくなると有効視野が狭窄することが知られている [1].

これに対して, 認知心理学では知覚から推論までの広範囲の知的振る舞いが, 心的処理だけでなく, 身体や行為・動作の影響を受けていると報告されている [2]. 国田らの研究では, 頚部の前屈角度が増加すると眼球運動反応時間(視標の移動開始に対する衝動性眼球運動反応の遅延時間)が有意に短縮すること等を明らかにしている [3]. また, 視線方向によって情報処理の速度や精度が異なるといった研究報告もある [4]. しかしながら, これら姿勢に関連する頚部と視線角度が有効視野へ与える影響については検討されていない.

そこで, 本研究では, 頚部ならびに視線角度の組合せを実験的に再現した状態で有効視野を計測する実験を実施し, 両者の関係を明らかにすることを目的とする.

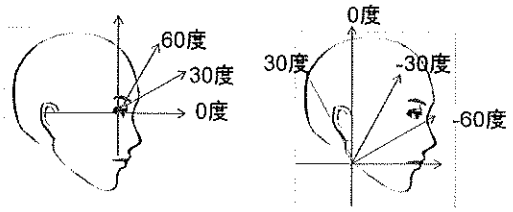
2. 実験条件の設定

図 1 に, 本研究における実験因子として視線角度 3 条件と頚部角度 4 条件をそれぞれ示す. 実験条件としては, これらによる組み合わせ 11 条件 (人体の構造的に不可能な視線 0 度, 頚部−60 度を除く)で有効視野の計測を行った. 11 条件を再現するために, 2 つの三角台 (高さ× 幅×奥行 : 1240×720×400mm, 200×115×400mm)を作成した. 図 2 には, この三角台を用いて再現した条件を示す. 図に示した条件は, 視線 30 度, 頚部−60 度の条件であり, 被験者の視線とディスプレイ (SHARP, LC-60-B5)中心の注視点が正面視するよう, 視線角度が 30 度の場合は 23.1cm, 60 度の場合は 69.2cm ディスプレイを手動式リフター (Shiro, M131SY-150KG)により下にずらすことで調節した.

3. 実験内容

被験者は, 裸眼, もしくは矯正により視標を判別できる視力を持つ男子大学生 12 名(21.5±0.8 歳)とした. 本実験では, 先行研究 [4]を参考に有効視野を測定する. 被験者に均一背景に提示した注視点を注視させ, これから離れた位置に認知対象物を出現させる. そして, 被験者が検知した標的対象物の注視点からの距離を刺激の強度ととらえ, 心理測定曲線と恒常刺激法による検出確率曲線として推定することで有効視野を定量的に求める方法を用いた. 注視点に対して垂直 2 方向, 水平, 斜め下各 1 方向の計 4 方向で実施し, 水平, 斜め下方向では Mile 法 [5]により判定した効き目の方向で実施した. 各方向での試行回数は 30 回とし, それぞれの方向での有効視野を求めた. なお, 各条件の実験順序はランダムに 3 日間にわけて行った.

被験者は, ディスプレイから 40cm 離れて実験画面の注視点を注視し, 画面上に表示される視標の判別課題を行う. 視標はランドルト環とし, 左指示の標的視標であればマウスの左クリック, それ以外の標準視標であれば右クリックで反応する. 被験者には, 各条件の施行後に身体的負荷についてのアンケートを行い, その回答を主観的評価指標とした.



(a)視線 (b)頚部

図 1 視線角度と頚部角度



図 2 実験風景の一例

4. 実験結果

4.1 主観的評価

図 3 に各条件における，主観評価の測定結果を示す．図に示した値は全被験者の平均値と標準偏差である．図の値を特性値として，分散分析を行った結果も併記する．図より，視線の角度が大きくなるほど負荷が大きくなることがわかる．また，頚部の角度では 30 度と 0 度に有意に差がみられた．この結果より，特に視線角度が身体的負荷の大きな影響因子であることがわかる．

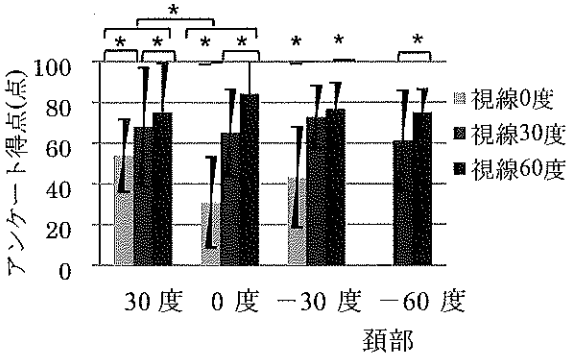


図 3 主観的評価結果(*:p<0.05)

4.2 有効視野

測定した有効視野は，いずれの条件においても先行研究[4]により得られている知見と同様に水平方向が最も大きく，斜め，垂直の順となっており，本実験における有効視野計測結果は妥当であるといえる．図 4 に上方向での有効視野の測定結果を示す．図中の表記は図 3 と同様である．図より，視線 0 度と 60 度 (頚部-60 度では，視線 30 度と 60 度)に有意に差がみられた．しかしながら，頚部の角度では差がみられなかった．また，他の 3 方向にはどの条件にも有意な差はみられなかった．この結果より，視線角度が上方向の有効視野を狭窄させる影響因子であることがわかった．

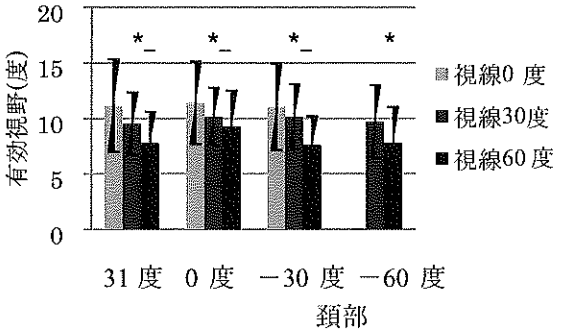


図 4 上方向の有効視野(*:p<0.05)

これまでの結果より，視線角度が大きくなると上方向の有効視野が狭窄することがわかった．そこで，実験により得られた垂直，水平，斜め下方向における有効視野に加えて，斜め上方向の有効視野を頚部 0 度条件で測定する追加実験を行い，この結果を用いて楕円近似により有効視野の面積を推定し，上側(垂直上，斜め上，水平方向より推定)と下側(垂直下，斜め下，水平方向より推定)視野の面積を比較する．

図 5 には，上側と下側視野の面積を全被験者の平均値と標準偏差で視線角度ごとに示す．また，検定結果も併記する．図より，視線角度が 30, 60 度条件で上側視野が狭窄していることがわかる．それに対して，視線角度が異なっても下側視野に変化はみられない．この結果は，視線角度が上方向に変化するに従って有効視野の総面積が小さくなることを示している．

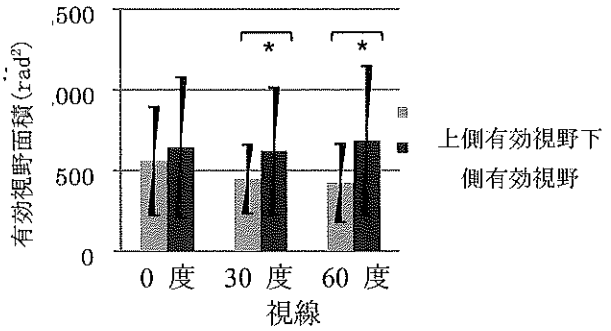


図 5 頚部 0 度条件における上側と下側視野面積の比較(*:p<0.05)

5.結言

得られた結果を要約し，次の 2 点を結論とする．

1)視線角度が大きくなる，つまり上目遣いになると上方向の有効視野が狭窄するが，下方向の有効視野は変化しないことを示した．

2)有効視野の大きさは頚部角度の影響を受けないことを示した．

6.文献

1)三浦利章：行動と視覚的注意，風間書房，pp3-52, 1996.

2)阿部慶賀：身体的負荷が推定課題時の認知的処理に及ぼす影響,日本心理学会第 76 回大会論文大会論文集,p.642,2012.

3)国田賢治,藤原勝夫：頚部前屈位での頚筋の筋活動量と眼球運動反応時間との関係,日本運動生理学雑誌,2(1), p113-120,1995.

4)森島圭祐, 水内淳, 林田吉正, 高嶺恭平, 山中仁寛, 大本浩司：追従運動時のメンタルワークロードと有効視野の関係,日本人間工学会論文誌, Vol.
49, No. 5, pp. 203-210, 2013.

5)Miles WR：Ocular dominance in human adults, The journal of general psychology, 3(3), pp412-420, 1930.

[連絡先]
乙川 友佑 (おとがわ ゆうすけ)
e-mail：ototgawa-yusuke@ed.tmu.ac.jp

2A2-2

テレビ番組視聴時の大脳前頭前野における脳血流測定

○磯野 春雄，石山 達也，近藤 秀一東京電機大学 理工学部

Measurement of Cerebral Blood Flow in the Prefrontal Cortex When Watching Television Programs

Haruo ISONO, Tatsuya ISHIYAMA, Syuichi KONDO
School of Science and Engineering, Tokyo Denki University

1.まえがき

放送番組の映像や音声が人間に与える効果・影響を知ることは，より良い放送サービスの提供につながる.大脳前頭前野は思考や記憶，創造性を担う器官であることから，放送番組に対する大脳前頭前野の活性化を調べることは，映像や音声の効果・影響を知る最も直接的なアプローチと考えられる．最近，コメディ番組を視聴中の脳活動を fMRI で解析することで，人が笑う前の心の状態を推定する研究[1]が報告されている．しかし、放送番組視聴時における脳活性比較に関する報告は少なく不明の点が多い．本研究では，ニュースと漫才のＴＶ番組視聴中の大脳前頭前野における脳血流を NIRS 装置で測定し脳活性度の相違を明らかにした.

2. 番組視聴時における脳血流測定

2.1 実験参加者

実験参加者は正常な視力(1.0 以上)と聴力を有する男子大学生１４名（平均年齢２２歳）である．なお、実験参加者には実験内容を詳細に説明し、本人の自由意志による参加であることの同意を得て実施した.

2.2 測定装置

脳血流測定には近赤外分光法(Near-infrared spectroscopy, NIRS と略記)に基づく光イメージング脳機能測定装置（Spectratech（株）, Model: OEG-SPO$_2$）を使用した．この NIRS 装置は大脳前頭前野におけるヘモグロビン(Hb) の濃度変化を最大
１６か所の部位で測定できる(図１).

2.3 測定方法および測定条件

本研究では,情報系番組の代表例として TV ニュース番組『ＮＨＫ首都圏ニュース 845, 2015 年 6 月 3 日放送』と娯楽系番組の代表例として視聴者の笑いを誘う漫才番組『M-1 グランプリ決勝戦,2003』の DVD を実験題材として使用した.

いずれも視聴時間は約１３分間である．実験では実験参加者を７名ずつ A と B の２グループに分け，明室において異なる視聴条件で実験した．なおテレビ映像の視距離は 60 cm である.A グループの参加者はテレビ番組を映像と音声で視聴する条件、Bグループの参加者はテレビ映像を見ないで音声のみを聴取する条件である.B グループの条件は、テレビ番組をラジオで聴取する場合や視覚障碍者がテレビ番組を音声で聴取する場合に相当する.

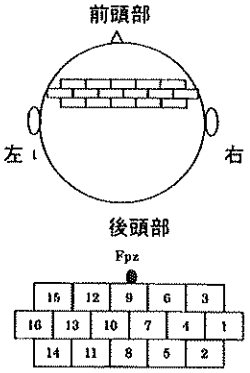


図 1 大脳前頭前野における測定部位(１６箇所)

次に,A および B グループの参加者に対してニュースと漫才番組を視聴中のヘモグロビン(Hb) 濃度変化を大脳前頭前野 16 か所の部位で測定した．ここでは 脳神経活動と正の相関があると報告されている酸素化ヘモグロビン（oxyHb）濃度変化に着目し，Ｚスコア解析により脳活性を比較した.

通常, NIRS 装置で測定する脳血流は，基準となるレスト刺激に対するタスク刺激の相対的な oxyHb 濃度変化を求め，レスト時に比べてタスク時の oxyHb 濃度が増加した場合には脳が活性化したものと解釈する。今回はタスク刺激であるテレビ番組視聴期間の前後に,1 分間のレスト（閉眼）期間を設定した．脳活性はNIRS測定で得られた酸素化ヘモグロビン(oxyHb)濃度変化から式(1)によってＺスコアを計算し，このＺスコアが大きいほど脳活性が高いものと定義した.

$$Z\text{スコア}=\frac{Av.oxyHb(\text{タスク})-Av.oxy(\text{レスト})}{\sigma(oxyHb(\text{レスト}))}$$

ここで,Av.oxyHb（タスク）はタスク期間の oxyHb 濃度の平均値であり,Av.oxyHb(レスト)はレスト（閉眼）期間の oxyHb 濃度の平均値である．また,σ(oxyHb（レスト）)はレスト期間の oxyHb 濃度の標準偏差である.

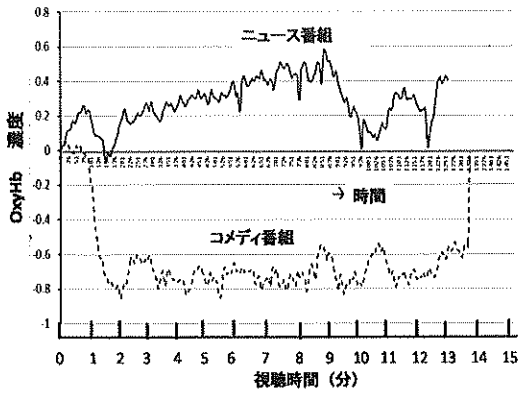


図 2 ニュースと漫才の番組視聴時の oxyHb 変化

3. 測定結果

3.1 テレビ番組視聴時の脳活性比較

ニュースと漫才番組に対するテレビ視聴時の oxyHb 濃度変化の測定結果(A グループ 7 名の平均)を図 2 に示す. ニュース番組視聴時の oxyHb 濃度変化は大きく増加しているのに対し, 漫才番組視聴時の oxyHb 濃度変化は視聴開始直後から大幅に低下し視聴後に上昇した. 脳活性を示すＺスコア（7 名の平均）を図 3 に示す. 図 3 においてニュースと漫才番組のＺスコアの間には, t 検定の結果, 有意差(P<0.001)が認められ脳活性に大きな差があることが分かった.

3.2 テレビ番組の音声聴取時の脳活性比較

テレビ番組の音声聴取条件での oxyHb 濃度変化の測定結果（B グループ 7 名の平均）を図 4 に示す. 図 4 から ニュース番組に対する oxyHB 濃度変化は大幅に増加しているのに対し, 漫才番組の oxyHb 濃度の増加は少ない. 図 5 にＺスコア(7 名の平均)の比較を示す. 図 5 においてニュース番組と漫才番組の間には, t 検定の結果, 有意差(P<0.001)が認められた. テレビ番組の音声聴取条件においても, ニュースと漫才番組の間で脳活性に大きな差があることが分かった.

4. むすび

ニュースと漫才のＴＶ番組視聴時の大脳前頭前野の脳活性の相違を検討した. その結果, ニュース番組では脳活性が高く, 漫才番組では脳活性が大幅に低下することを明らかにした. これは笑いを誘う漫才番組はリラックス効果をもたらし, 脳活性を低下させたものと推察される. また, ニュースや漫才番組ではテレビ視聴よりも音声聴取の方が脳活性が高いことも明らかになった. 今後, さらに多くの放送番組を対象に映像や音声が脳の
活性化に与える効果・影響を検討していく.

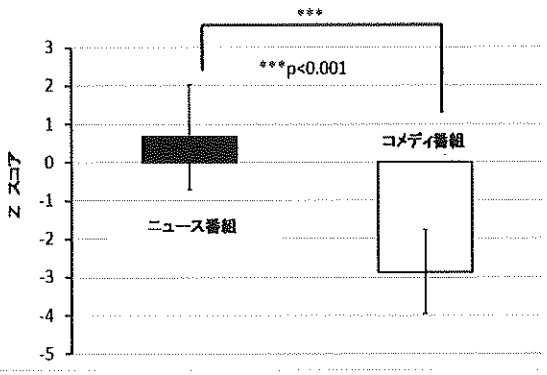


図 3 ニュースと漫才の番組視聴時のＺスコア

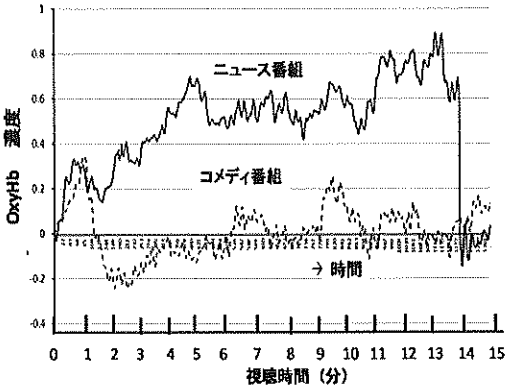


図 4 ニュースと漫才番組の音声聴取時の oxyHb 変化

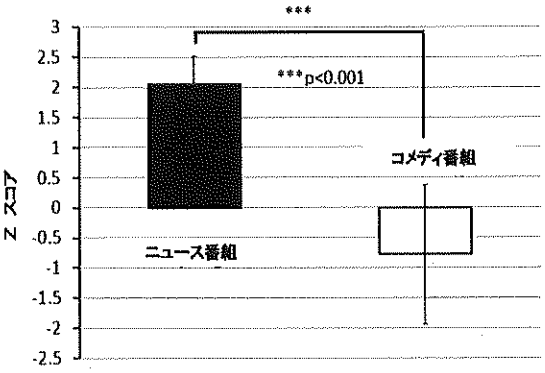


図 5 ニュースと漫才番組の音声聴取時のＺスコア

5.参考文献

[1]Y. Sawahata, K.Komine, T.Morita, N.Hiruma:"Decoding Humor Experience from Brain activity of PeopleViewing Comedy Movies", PLOS ONE, www.plpseone.org, 8, pp.1-9, Issue 12, e81009, Dec.2012.

[連絡先]
磯野 春雄
e-mail: isonoharuo@mail.dendai.ac.jp

2A2-3

カニッツア錯視の知覚に及ぼす輝度コントラストの影響

○磯野 春雄東京電機大学大学院 理工学研究科

The Effect of Luminance Contrast on the Perception of *Kanizsa* Illusion

Haruo ISONO
Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Denki University

1.まえがき

人間の視覚には輝度差のない場所にも主観的輪郭線や形が知覚される現象があり,カニッツア錯視と呼ばれる[1) 2)].図1はカニッツアの三角形と呼ばれる図形で,物理的には存在しないにもかかわらず中央部分に白い三角形が知覚される.この白い三角形は背景よりも明るく見えるが実際には中心と背景の輝度は等しい.また奥行き感を伴い背景よりも手前に知覚される.この錯視の発生メカニズムについては種々研究されているが未解明である.

カニッツア錯視は視覚系の補完現象と密接に関連すると考えられ,主観的輪郭線に反応するニューロンが大脳視覚野 V2 で発見されており [3)],視覚情報処理の比較的初期の段階で生じている可能性が高いと考えられている [4)].本研究では, カニッツア錯視の知覚に及ぼす図形の輝度コントラストの影響について検討した. また,従来不明確であった色
度のカニッツア錯視について検証した.

2. 明暗のカニッツア錯視

2.1 実験方法

図 1 に示すカニッツァの三角形で図(黒)と地(白)の輝度比を Photoshop で種々変化させた画像を作成し,14 インチ PC モニタ上に表示して視距離 60cm からカニッツア錯視の見え方を主観評価した. 実験では白/黒の輝度比を 1～100 まで9段階に変化させたカニッツアの三角形に対して、①主観的輪郭線の知覚, ②白い三角形の奥行き知覚の2項目について評価した. 尚, 図と地の輝度はミノルタ製の分光放射輝度計(CS-1000)で測定した. 主観評価尺度は,7:「明確に知覚できる」,6:「かなり知覚できる」,5:「やや知覚できる」,4:「知覚可能」,3:「やや知覚しづらい」,2:「かなり知覚しづらい」,1:「全く知覚できない」の 7 段階で実施した。実験協力者は正常な視力および色覚を有する男子大学生 10 名(平均年齢 22 歳)である.

2.2 実験結果

カニッツア図形の図/地の輝度比が主観的輪郭線および奥行き知覚に与える影響を測定した結果を図2と図3に示す.白/黒の輝度比が2以上であれば輪郭線および奥行きが知覚できるが,白/黒輝度比が2未満では知覚できないことが分かった.当然白/黒の輝度比1の等輝度条件では錯視は生じない.

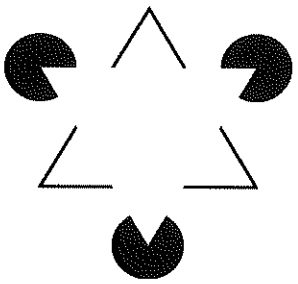


図1 カニッツアの三角形(Kanizsa, 1955)

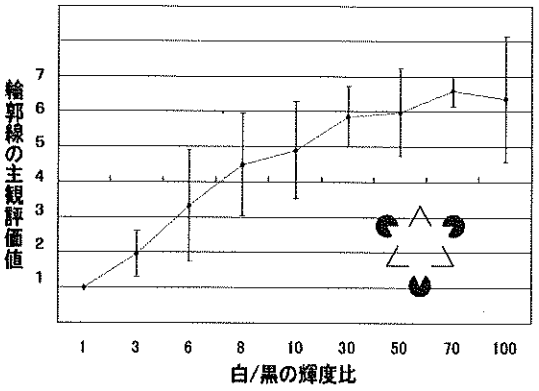


図2 主観的輪郭線の知覚(10 名の平均値)

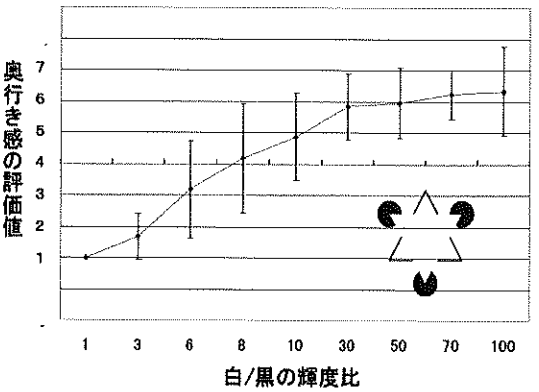


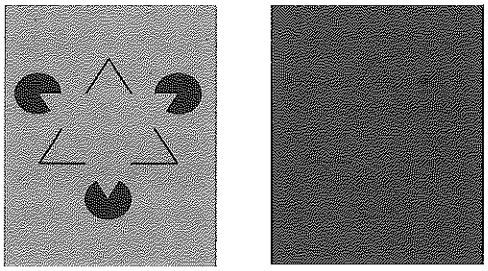
図3 奥行きの知覚(10 名の平均値)

(注)図中のエラーバーは標準偏差を表す

3. 色度のカニッツア錯視

3.1 実験方法

図1のカニッツァ三角形において,図と地(背景)の色を(赤/緑)、および(青/黄)の補色からなる2種類の色度カニッツア図形を作成した(図4). 実験ではこの色度カニッツア図形をカラーモニタ上に表示し,図/地の輝度比を Photoshop で5段階に変化させ,色度図形でもカニッツア錯視が生じるか否かを観察した.なお,図4の色度カニッツア図形の色度座標は,黄(x=0.42,y=0.51),青 (x=0.24,y=0.24) および赤 (x=0.44,y=0.33), 緑 (x=0.32,y=0.59)である.カニッツア錯視の見え方の評価実験には 2.1 項で述べた明暗のカニッツア錯視の場合と同じ7段階評価尺度で実施した.なお実験協力者は正常な視力および色覚を有する男子大学生 10 名(平均年齢 22 歳)である.



(青/黄) の図形　　(赤/緑)の図形

図4 色度のカニッツア三角形

3.2 実験結果

評価実験は,図4に示す色度のカニッツア三角形おいて, ①主観的輪郭線(色の三角形)の知覚,②奥行き感,③三角形の明るさ,④三角形の彩度の4項目について実施した. その結果,色度のカニッツア図形において図/地の輝度比が2以上であれば,主観的輪郭線(色の三角形)が知覚できるが,図/地の輝度比が1付近では知覚できないことが分かった.

図5と図6に 10 名の平均値と標準偏差を示す.

すなわち,図と地が等輝度の色度カニッツア三角形では色の主観的輪郭線は生じない. また,色度のカニッツア三角形が知覚された条件下でも,色の三角形内の明るさ,彩度,奥行きには変化が認められなかった. このように色度のカニッツア錯視は,明暗のカニッツア錯視が生じる条件 (図/地の輝度比
2以上) で生起する現象と分かった.

4. まとめ

カニッツア錯視で生じる主観的輪郭線と奥行きの知覚は, 脳が物体と背景を分離 (図地の分化と呼ぶ) する過程に起因する錯視である. 本研究では明暗および色度のカニッツア三角形で,図地分化が生じるための図/地の輝度比を明らかにした.

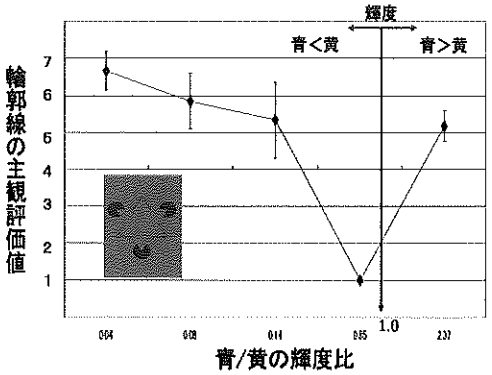


図5 色の主観的輪郭線の知覚 (青/黄の図形)

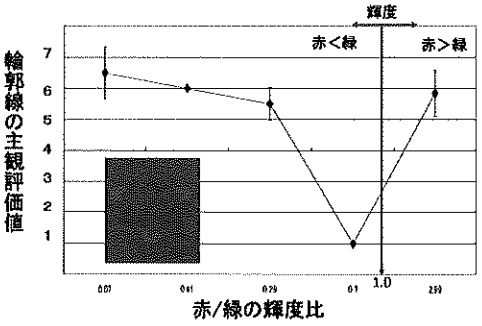


図6 色の主観的輪郭線の知覚 (赤/緑の図形)
(図中のエラーバーは標準偏差を表す)

また,従来不明確であった等輝度の色度カニッツア三角形では色の主観的輪郭線錯視が生じないことを明らかにした.今回の結果から色覚中枢には色の主観的輪郭線の発生機序はないものと推察される. 最後に,本研究にご協力いただいた居場泰憲氏と鶴見直樹氏に感謝する.

5. 文献

1)G.Kanizsa:"Margini quasi-percettivi in campi con stimolazione ommogenea", Rivista di Psicologia, 49,pp.7-30(1955)

2)G, Kanizsa 著, 野口 薫監訳 : "視覚の文法", サイエンス社, 東京 (1985)

3)R. von der Heydet,E.Peterhans, and Baumgartner: "Illusory contours and cortical neuron responses", Science, vol.224, pp.1260-1262 (1984)

4)宇賀貴紀, 藤田一郎 : "錯視のメカニズム"—だまし絵が語る視覚認識の脳内機構—"、臨床科学, 33 巻, 3 号, pp.348-356 (1997)

[連絡先]
磯野 春雄
e-mail: isonoharuo@mail.dendai.ac.jp

2A2-4

単階層メニュー項目の視覚探索行動の分析

―操作時間予測を目的として―

○渡部 公也*, 小松原 明哲**

*早稲田大学創造理工学研究科, ** 早稲田大学理工学術院

Analysis of visual search for an item in single layer menu for predicting user performance time

Kimiya WATANABE*, Akinori KOMATSUBARA**

* Waseda University, ** Waseda University

1. 研究背景

設計段階の GUI システムの操作時間予測法として，Card ら [1)2)] の MHP(Model Human Processor)に基づく KLM(Keystroke Level Model)が知られている．KLM は「ユーザー行動のモデル構築→時間値の当てはめ」という手順で行うことから，予測精度は構築されるモデルの正確さに依存する．しかし外部から観測のできない認知行動について，KLM を機械的に当てはめモデル化すると，実際の認知行動との乖離が生じ，予測精度が低下してしまう [3)]．　本研究では，単階層メニュー項目の視覚探索行動を例に，その行動を詳細に分析し，予測精度を高めるモデル構築を試みたので報告する．

2. メニュー項目の探索時間予測に関する先行研究

小松原 [3)]は単階層メニューの視覚探索において，各項目を一つずつ探索する規範的な行動を想定した KLM による予測値と，実験による実測値の両面から検討し，実測値が予測値を下回る結果を得ている．その理由として，被験者が各項目を漠然と眺める「斜め読み」を行っていたためであろうと推察している．しかし，被験者が実際にそうした行動を取っていたか，その行動をどのようにモデル化すればよいかという点については検討がなされていない．

3. 単階層メニュー項目の探索実験

3.1 目的・方法

小松原 [3)]において予測と実測値に大きな誤差が生じた課題（128 個のメニュー項目から，指定された項目(標的)を見つけ出す）を用いて，健常な視力を持つ大学生 10 名を対象に追実験を行った．ここでは被験者の視覚探索行動を明確にし，予測値に誤差が生じた理由を考察する．被験者の注視点をアイマークレコーダー(Tobii Pro X2-30)で記録し，実験は以下の流れで実施した．

① 標的の提示

標的を 5 秒間提示した後，注視点をリセットするためのマスク(白無地)を 2 秒間提示する．

②メニューの提示

漢字やひらがな，カタカナ 2～3 字から構成される 128 個のメニュー項目を，縦 21～22 項目・横 6 項目に並べ，通し番号を併記して提示する．メニューは 200mm×150mm のモニタに一文字を 5mm× 5mm の大きさのゴシック体で提示し，視距離は被験者の見やすい距離(50～70cm)を自由に取らせた．発見後は手元のボタンを押した上，通し番号を口頭で回答させる．これを各被験者に 40 回，標的を変えて繰り返し行わせた．

3.2 結果・考察

KLM で「一つ一つの項目を注視し，標的かどうか照合判断を繰り返している」とモデル化すると，平均探索時間の予測値は 22.03 秒となる．一方，本実験の全被験者の平均探索時間は 7.25 秒と非常に短く，予測値の 1/3 以下であった．注視データを見ると，注視点の停留は数項目に一度程度の頻度でしか生じておらず，特に全項目の 2 割程度しかない「カタカナ表記の項目」を探す際，視線の停留回数が少ない傾向が見られた．この点について被験者にヒアリングを行ったところ「文字の種類や文字数など，外見的な特徴を手掛かりに探索していた」「3 文字のカナ項目を探している時には，2 文字の項目やカナ以外の項目はほとんど読み飛ばしていた」といった意見が得られた．

このことから「被験者は外見的な特徴を手掛かりとして視野内の項目に対し，まず標的適合性の選別を行い，『明らかに標的ではない項目』への認知処理を省略している」という仮説が得られた．

4. 仮説検証のためのメニュー探索実験

4.1 目的・方法

メニュー項目の視覚探索において，項目の文字の種類や文字数といった外見的特徴が探索に活用されていることを確認し，それが探索時間にどのように影響しているか明らかにする．　メニュー項目として，漢字表記で 2 文字，カタカナ表記で 4 文字の日本人の一般的な苗字 100 個を用意し，縦 10 項目，横 10 項目に並べた(図 1)．メニューは全て漢字表記の水準と，25%, 50%, 75%, 100%をカタカナ表記に変えた 5 水準を用意した．被験者には各水準で 10 回ずつ探索を行わせる．

仮説より，メニュー探索の効率には被験者の視野が影響していることが考えられるため，視距離は 3 章で被験者に好まれた距離(60cm)で固定し，その他の実験手順は 3 章と同様とした．その際，中心視の範囲（視角直径水平約 5 度，垂直約 2 度）にはメニュー項目が 1～2 個入ることになる．被験者は健常な視力を持つ大学生 20 名とした．

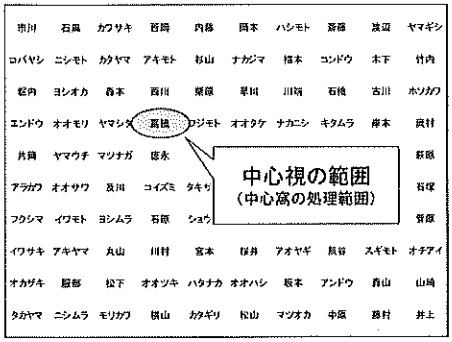


図 1 提示項目群の例(漢字 50%, カナ 50%水準)

4.2 結果・考察

水準別の平均探索時間(図 2)を見ると「標的と外見的な特徴(文字の種類や文字数)が一致する項目」の占める割合が低いほど，探索時間が短いことが分かる．注視データを見ると，特徴の一致しない項目はほとんど注視されておらず，視線移動の前，次の注視箇所を決定する段階で「注視する必要がない」という認知がなされていると考えられた．

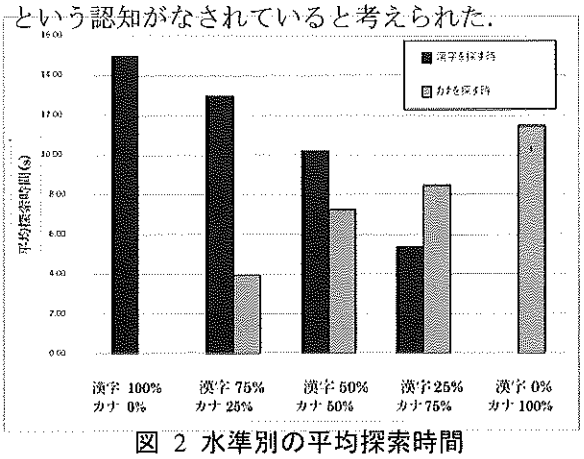


図 2 水準別の平均探索時間

ここで，Treisman ら [4]は図形や記号を用いた視覚探索実験より，外見的な特徴が明らかに異なる刺激に対しては前注意的処理が働き，それが周囲から浮き上がって見えることを指摘している．本実験のメニュー項目の探索においても，文字数や文字の種類などの特徴に対して前注意的処理による照合(特徴照合)が行われ，標的と特徴が一致しない項目については，文字の再認などの詳しい認知処理がされていないのではないかと考えられる．

一方，漢字のみ/カタカナのみなど，特徴の照合による処理の省略が期待できない水準においても，被験者は一つ一つの項目を注視することはせず，2～3 項目に一注視しかしていなかった．この点について被験者にヒアリングを行ったところ「特定の項目を飛ばしたりはせず，すべての項目を見ていた」という意見が得られた．このことから，被験者は単に特徴が一致しない項目を特徴照合で弾いているだけでなく，特徴が一致する項目についても，一度に 2～3 項目をまとめて処理しているものと思われた．この複数項目をまとめての処理は，被験者が縦方向に規則的な探索を行っている場合でも見られており，中心視で縦に複数の項目を捉えることは難しいことから(図 1)，被験者の照合判断は中心視に収まらない範囲までなされていたものと考えられる．

5. 探索行動モデルの検討

特徴照合の段階を踏まえ検討した探索行動モデルを図 3 に示す．このモデルに基づき KLM を用いて予測した値は実測値 10.45 秒に対し 10.12 秒となった．一方，各項目を規範的に探索するとするモデルを作成したところ，その予測値は 17.07 秒であった．

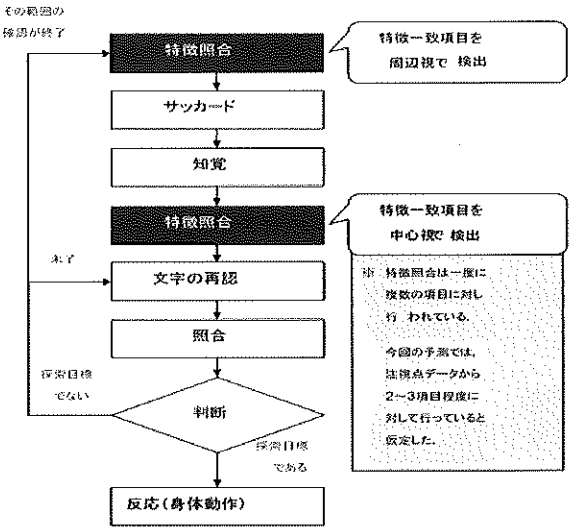


図 3 特徴照合を考慮した探索行動モデル

6. まとめと今後の課題

本研究では，単階層メニュー項目の視覚探索行動を分析し，そのモデル構築において「特徴照合」という段階を考慮することで，探索時間の予測精度が向上した．今後，「特徴照合を一度に行える項目数がどのようにして決定されるか」「外見的な特徴がどの程度標的と異なっていれば，特徴照合によって続く処理を省略することができるのか」などの点について，更なる検討を行う必要がある．

7. 参考文献

1) S.K.Card, T.P.Moran, A.Newell: The Keystroke-Level Model for User Performance Time with Interactive Systems, Comm.ACM, 23(7), p.396-p.410, 1980
2) S.K.Card, T.P.Moran, A.Newell: The psychology of Human-Computer Interaction, Lawrence Erlbaum Asso. Pub., p.25-p.35, 1983
3) 小松原明哲「単層階層メニュー選択システムにおけるグループサイズの設計方法について」，人間工学 27(2), pp.73-82, 1991
4) A.Treisman & A.Gelade: A feature integration theory of attention, Cognitive Psychology, 12, p.97-p.136, 1987

2B2-1

スティック型クリーナを使用した掃除時の身体負荷に関する研究

○飯野萌子*, 中西美和*
*慶應義塾大学

A study on physical load in home cleaning with stick vacuums

Moeko IINO *, Miwa NAKANISHI*
*Keio University

1. はじめに

掃除は私たちの暮らしには欠くことができない行為である一方、炊事などに比べて一般的には煩わしい家事の一つと考えられがちである。従って、掃除に用いられる家電は、ユーザの身体負荷、さらには心理負荷をいかに軽減するかという観点で、開発の変遷を経てきたと言ってよい。特に、クリーナに関しては、従来は本体をホースで引っ張るキャニスター型が主流であったが、最近ではコードレスで本体と一体になったスティック型、さらにはロボット型など、形態も多様化している。

本研究では、特に近年需要が急増しているスティック型クリーナに焦点を当て、いくつかのデザイン要素がユーザの身体、さらには心理にどのような影響をもたらすのかを実験的に検討する。

2. 方法

重量や重心、形状の異なるA, B, C, D, Eの5種類のスティック型クリーナ（市販品）を用いて、家庭における代表的な4シーン（床面、階段、机上、高所）を想定した姿勢での掃除タスクを実験参加者に課した（図1）。各実験参加者は、一つのクリーナで上記4シーンの姿勢でのタスクを床面、階段、机上、高所の順に行い、次のクリーナでのタスクへと移行した。用いるクリーナの順番は、順序効果を最小限にすべく、実験参加者ごとにランダムに指定した。なお、クリーナごとに適切な把持位置をあらかじめ検討してマーキングしておき、タスクに当たっては各実験参加者が利き手でマークを包むように把持するよう、またタスク途中に把持位置を変更しないよう教示した。各種類のクリーナの重量、重心距離（把持位置から重心までの距離）、把持方法を表1、図2に示す。

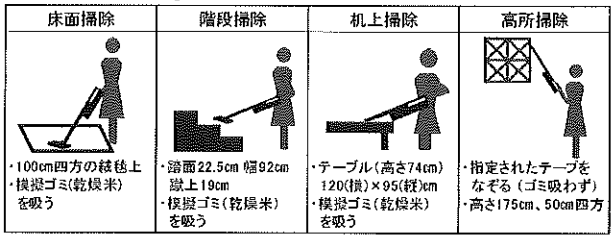


図1　実験設定のシーンとタスク

表1　各クリーナの重量、重心距離、把持方法

クリーナ		A	B	C	D	E
重量	床面	1.9kg	2.1kg	2.2kg	2.3kg	2.61kg
	階段	1.9kg	2.1kg	2.2kg	2.3kg	2.61kg
	机上	1.4kg	1.6kg	1.6kg	1.8kg	1.65kg
	高所	1.6kg	1.7kg	1.8kg	2.1kg	1.94kg
重心距離	床面	204mm	130mm	260mm	410mm	92mm
	階段	289mm	301mm	303mm	350mm	366mm
	机上	103mm	100mm	89mm	78mm	36mm
	高所	175mm	130mm	175mm	120mm	161mm
把持方法	床面	中持ち	上持ち	中持ち	上持ち	中持ち
	階段	上持ち	上持ち	上持ち	上持ち	中持ち
	机上	上持ち	上持ち	上持ち	上持ち	中持ち
	高所	上持ち	上持ち	上持ち	上持ち	中持ち

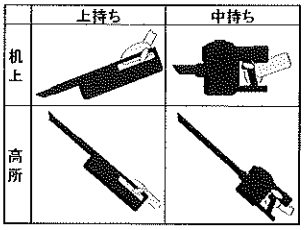


図2　把持方法

なお、表1の把持方法の中持ちとはスティック軸と腕が同一線上にあり、手首をひねらずに使用する持ち方、上持ちとはスティック軸と腕が平行にあり、手首の親指側を伸展させた持ち方である。

測定項目は、4部位の筋電図計測と各タスク直後及び全タスク終了後の主観評価アンケートとした（表2）。筋電図測定にあたっては、5kgの鉄アレイを両手で持ち、肩の高さまで持ち上げて保持した姿勢でキャリブレーションデータを取得した。筋電図の評価では、タスク中の単位時間あたり積分筋電位をキャリブレーション時の単位時間あたり積分筋電位で割った値を測定筋における筋負担と理解した。

実験参加者は、大学院生・大学生計20名で、うち男子10名女子10名であった。本研究は、慶應義塾大学理工学部・理工学研究科生命倫審査委員会の承倫理審査委員会の承認を受けて実施した。

表2. 測定項目

主観評価（0-100スケールVAS法アンケート10項目）	Ⅰ疲労度	Ⅱ操作性と利用意欲
	1. 手首の疲れ(小さい－大きい)	1. ヘッドの自由度(動かしにくい－動かしやすい)
	2. うでの疲れ(小さい－大きい)	2. グリップの握りやすさ(握りにくい－握りやすい)
	3. 肩の疲れ(小さい－大きい)	3. 使用中に感じる重さ(軽い－重い)
	4. 腰の疲れ(小さい－大きい)	4. 床への吸いつき感(弱く感じる－強く感じる)
	5. からだ全体の疲れ(小さい－大きい)	5. 利用意欲(使いたくない－使いたい)
総合主観評価（インタビュー3項目）	1. 身体の疲れ(各シーンごとに身体の疲れが大きいと感じた順)	
	2. 総合的な使いやすさ(全シーン通して使いやすいと感じられた順)	
	3. 充電台からの着脱(充電台からの着脱を試行し、負担が大きいと感じられた順)	
	その他自由回答のインタビュー	
筋電図計測	4ch(上腕二頭筋、僧帽筋、腕橈骨筋、脊柱起立筋)で筋負担を計測	
	BIOPAC System社製 BN-EMG2、MP150	
	ハイパスフィルタ50Hz、サンプリングレート200Hz	

3. 結果

図 3-1～12 に、4 種類のシーンにおける 3 箇所の測定筋の筋負担（キャリブレーション比の平均値）を、5 種類のクリーナの重量、重心距離、把持方法と関連づけて示す。また、図中に筋負担とクリーナ重量の相関値を r_1 として、筋負担と重心距離の関係を r_2 として記す。なお、脊柱起立筋の結果については、シーン及びクリーナ機種との関係性は見られなかったため割愛する。

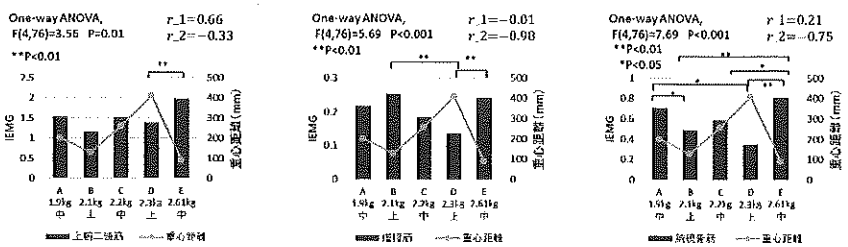


図 3-1 床・上腕二頭筋　図 3-2 床・僧帽筋　図 3-3 床・腕橈骨筋

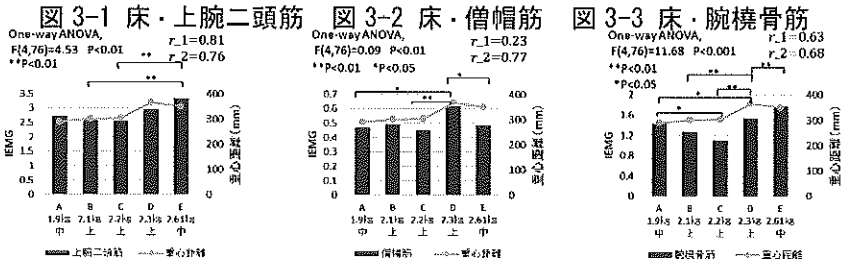


図 3-4 階段・上腕二頭筋　図 3-5 階段・僧帽筋　図 3-6 階段・腕橈骨筋

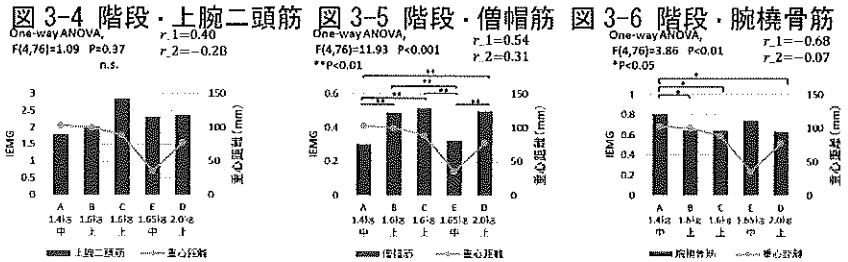


図 3-7 机上・上腕二頭筋　図 3-8 机上・僧帽筋　図 3-9 机上・腕橈骨筋

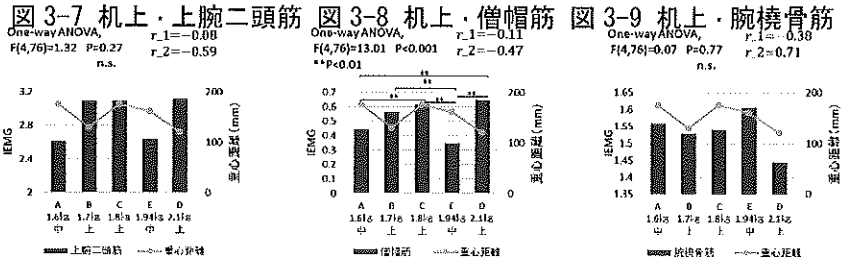


図 3-10 高所・上腕二頭筋　図 3-11 高所・僧帽筋　図 3-12 高所・腕橈骨筋

図 3-1～3 より、床面掃除の姿勢では、重心距離と筋負担が負の相関を持っていることがわかる。これは、重心距離が大きいほど、すなわち床面に近い位置に重心位置があるほど、筋負担は腕、肩、手首のいずれにおいても軽くなることを意味している。一方、同姿勢において重量と筋負担の相関は、上腕二頭筋以外には見られなかった。

図 3-4～6 より、階段掃除の姿勢では、重量が重いほど、各筋の負担が大きくなる傾向、かつ、重心位置が把持位置に近いほど筋負担が小さくなる傾向が見られた。階段掃除では、繰り返される段差の変更の際に持ち上げる必要がある。このため、重量が軽く、重心距離が短いほど、筋負担が小さい結果となった。

図 3-7～9 より、机上掃除の姿勢では、重量に対して上腕二頭筋と僧帽筋の負担は正の相関を持つのに対し、腕橈骨筋の負担は負の相関を持つ。また、重心距離に対しては、いずれの筋についても高い相関は見られない。より詳しく見ると、特に機種 A,E において、重心距離と筋負担の傾向に大きな乖離が見られる。この要因として、A,E の把持方法の特異性が挙げられる。前述したように、A,E はスティック軸と腕が同一線上にあり、主に手首でクリーナを支える。そのため、A,E は、重心距離にあまり影響を受けず手首に比較的大きな負担がかかったと考えられる。一方、B,C,D では、手首でスティック軸を上からぶら下げ、肩でクリーナを動かす姿勢となる。従って、B,C,D では相対的に肩の負担が大きくなる結果となった。

図 2-10～12 より、高所掃除の姿勢では、仮説に反して重量と各筋負担との相関はいずれも小さかった。一方、手首においては仮説通り、重心距離が小さいほど、各筋負担は小さくなる傾向が見られた。この姿勢においても、機種 A と E は重量の大小に関係なく腕、肩の筋負担が小さい傾向が見られ、一方手首の負担は大きい傾向が見られた。従って、この姿勢でも把持方法の影響が大きかったことがわかる。

4. 結論

本研究では、特に重量、重心距離、把持方法の異なるスティック型クリーナを用いて、腕、肩、手首、腰の負担について検討した。結果から、床掃除における筋負担を増大させる要因として重量の大きさと重心距離の大きさが、階段掃除における筋負担を増大させる要因として重量の大きさと重心距離の小ささが、机上掃除における腕、肩の筋負担を増大させる要因として把持する手首親指側の伸展が、高所掃除における腕、肩の筋負担を増大させる要因として重心距離の短さと把持する手首親指側の伸展が明らかになった。

[連絡先]
いいの　もえこ
e-mail : moeko_iino.9@keio.jp

2B2-2

3 次元空間における人差し指を用いた指し分け領域の検証

○柴山一雄*，岡誠**，森博彦**

(*東京都市大学大学院工学研究科，**東京都市大学知識工学部)

Study of Selecting Area with the Finger in the 3D Space

Kazuo SHIBAYAMA*, Makoto OKA**, Hirohiko MORI**

(*Tokyo City University Graduate Division, Graduate School of Engineering

** Tokyo City University, Faculty of knowledge engineering)

1. 背景・目的

3 次元空間におけるジェスチャ操作によるインタラクションの研究は盛んに行われている．

山本ら [1]はリモコンを使わず腕を用いて，TV などの電子機器を制御操作することができる，腕さしジェスチャインタフェースを開発した．しかし腕さしジェスチャインタフェースは腕を動かすための広い空間が必要としてしまう欠点がある．

浅田ら [2]はハンドジェスチャでウェアラブルコンピュータを操作するジェスチャインタフェースを開発した．結果は高い認識率が得られたが，ハンドジェスチャはユーザに手の形を記憶する必要があり，ユーザに負担を要してしまう．

目標物や領域を指し分けることに用いられる指差しジェスチャは，小さな動きであるため広い空間を必要とせず，かつ動作を記憶する必要もなくジェスチャを行える利点がある．しかしどれだけの領域を指し分けられるかは知られていない．それにより，指差しジェスチャインタフェースを用いるのに適したメニューをデザインすることが困難と考えられる．

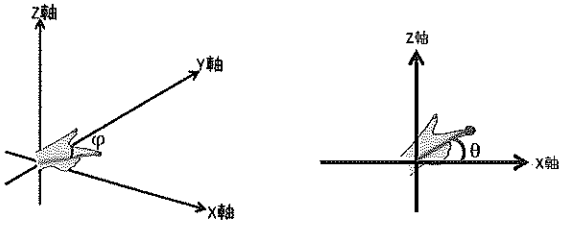
そこで本研究は，人差し指の指差し動作でどれだけの領域を指し分けられるのかを検証し，3 次元空間における指し分け領域を明らかにする．

2. 実験

2.1 実験環境

被験者には椅子に座ってもらい，指差しを行う腕を台の上に固定し，指差しする人差し指にセンサを取り付け，手は見えないようにする．被験者は右利きの人を対象とする．被験者と同じ目線の高さに指差す半球の提示領域を配置する．指差しをした後はその都度機能的基本肢位に手首を戻し，新たに指差しをしてもらう．被験者は 30 人とする．

指差しを行う手首において，手首を原点，左右方向を x 軸，垂直方向を z 軸，奥行方向を y 軸とした座標系を指差し座標と定義する．指差し座標において，被験者が指差した際の指先の最終位置を xz 平面に射影し，射影した点と原点を結んだ線と x 軸の為す角θと，指先の最終位置と原点を結んだ線と y 軸の為す角φの 2 つの角度を取得する．角度θの定義域は $-180° \leq \theta \leq 180°$，角度φ の定義域は $0° \leq \varphi \leq 100°$とする．角度 φ と角度θの位置を図 1 に示す．被験者が指差した際の手首の角度のバラツキを基に指し分け領域を決定する．



角度 φ の位置　　角度 θ の位置

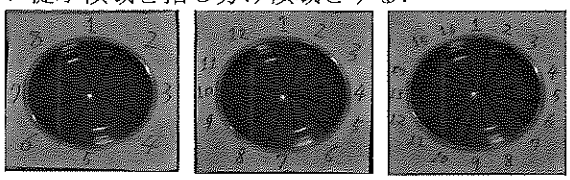
図 1 指差し座標

実験は 2 段階で行い，1 段階目は放射方向に広がる指し分け領域を決定し，2 段階目の実験は 1 段階目の実験で得られた放射状の指し分け領域を同心円状に分割しその領域を指差してもらう．

2.2 放射分割指差し実験

2.2.1 実験方法

放射状に上下左右に領域がくる図 2 のような 3 種類の領域を被験者に指差してもらう．領域を指差した際の角度θが，90%の確率で全ての領域が被らない提示領域を指し分け領域とする．



8 方向　　12 方向　　16 方向

図 2 1 段階目の実験で被験者が指差す領域

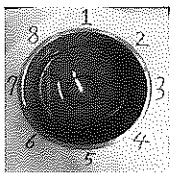
2.2.2 実験結果

各領域を指差した際の角度θは正規分布に従うことがわかった．放射状に 8 分割にした分割領域なら 90%の確率で全ての領域が被らなかった．よって放射分割に指し分け可能な分割数は 8 分割とする．

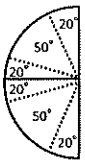
2.3 同心円分割指差し実験

2.3.1 実験方法

放射分割指差し実験で得られた指し分け可能な 8 つの領域について，領域を更に同心円状に分割して指し分け可能な領域を検証する．指差す領域の分割角度を等分割にすると，指し分けが困難という予備実験の結果があり，提示する領域を工夫して分割する必要がある．そこで内側の領域と外側の領域を狭く設定した，分割角度が内側 20 度，中間 50 度，外側 20 度の領域を指差す実験 1 を行った．実験 1 の提示領域とその分割角度を図 3 に示す．領域を

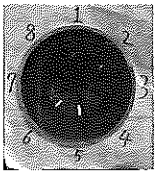


提示領域

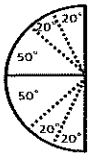


φ の分割角度

図 3 実験 1 の提示領域



提示領域



φ の分割角度

図 4 実験 2 の提示領域

指差した際の角度θと角度φ共に90%の確率で被らない箇所を指し分け領域とする．同じく予備実験から中間の領域の指差しが内側に寄ってしまうことがわかっている．「内側の領域から少し動かせば良い」という認識で中間の領域を指差したため，内側に寄ってしまったのではないかと考えられる．そこで内側の領域を大きくした，分割角度が内側 50 度，中間20度，外側20度の領域を指差す実験2を行い，中間の指差しが内側に寄らなくなるかを検証する．実験 2 の提示領域とその分割角度を図 4 に示す．

2.3.2 実験結果

各領域を指差した際のそれぞれの角度 θ と角度φは正規分布に従うことが実験からわかった．

実験 1 において，内側の指差しでの角度θは，平均μと標準偏差σ による$\mu \pm 1.65\sigma$の範囲内には放射方向の 8 領域は収まらないことがわかった．上下左右の 4 領域のみを取るならば$\mu \pm 1.65\sigma$の範囲内に収まることがわかる．角度φは正面から見て左上の領域以外の内側と外側の指差しは，それぞれ$\mu \pm 1.65\sigma$の範囲内で指差す位置が被らずにほぼ収まることが計算からわかり，指し分けが可能と言える．

実験 2 において，中間の領域の指差し角度 φ の平均が実験 1 の中間の領域の指差し角度 φ の平均より大きいため，中間の領域の指差しが内側に寄らなくなった．しかし内側の領域の指差しが外側に広がってしまった．

3. 考察

提示領域の分割の仕方によって，指差し角度に変化が見られたことから，分割の仕方によって新たな指し分け領域が得られるのではないかと考えられる．

実験 2 の結果より，内側の領域が広いため，内側の領域の指差しが外側に広がってしまったと考えられる．内側の領域と中間の領域の間に，指差しを行わない未設定領域を設けることで，内側の指差しが広がらず，かつ中間の指差しが内側に寄らなくなるのではないかと考えている．

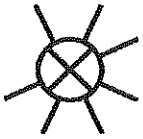


図 5 指し分け領域

4. 結論

実験 1 の結果から図 5 の様な指し分け領域を作成した．指し分け領域の作成の仕方について述べる．

初めに，同心状に広がる領域を決定する．正面から見て左上の領域以外の内側と外側の指差しは，角度φがそれぞれ$\mu \pm 1.65\sigma$の範囲内で指差す位置がほぼ被らずに収まることから，正面から見て左上の領域以外は同心円状に 2 領域の領域を設ける．

次に，放射方向の領域を決定する．内側の領域は，上下左右の 4 領域のみを取れば角度θが$\mu \pm 1.65\sigma$の範囲内に被らずに収まることから，内側の領域数は上下左右の 4 領域とする．外側の領域については，左上を除く外側の 7 領域は角度θが$\mu \pm 1.65\sigma$の範囲内にほぼ被らずに収まっていることから，外側の領域数は 7 領域とする．

5. 今後の方針

新しい指差し実験により更なる指し分け領域を目指す．内側の指差しが広がらず，かつ中間の指差しが内側に寄らないような新しい提示領域により指差し実験を行う．内側と中間の領域の間に，指差しを行わない未設定領域を設けた，図 6 の分割角度で指差し実験を行う．

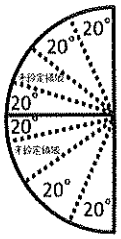


図 6 新しい φ の分割角度

参考文献

1) 山本雄,依田育士,坂上勝彦：ステレオ距離情報による腕さしジェスチャインタフェース，電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理, 103(454), 53-58, 2003-11-13.
2) 浅田裕史,西原功,中野愼夫：画像処理によるハンドジェスチャー入力における動作判定についての研究,映像情報メディア学会技術報告, 34(18), 55-58, 2010-05-24.

[連絡先]
柴山一雄
東京都市大学大学院工学研究科
〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 e-mail : g1581811@tcu.ac.jp

2B2-3

脳波解析による就寝前効果音の睡眠の質への影響の考察

-α波リラックス指標と皮質・視床間連携指標の活用-

○村上可法*, 香川正幸*, 橋爪絢子*, 松井岳巳*
*首都大学東京大学院システムデザイン研究科

Electroencephalographic signal analysis for detection of the influence on quality of sleep by hearing the effective relaxation sound before sleep
-- An adoption of the alpha wave relaxation index and cortico-thalamo-cortica loop index –

Yoshimichi MURAKAMI*, Masayuki KAGAWA*, Ayako HASHIZUME*,Takemi MATSUI*
*Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

1. はじめに

1.1 背景

我が国の成人の 5 人に 1 人は不眠症を患っており，不眠症の 10～15% は慢性化することが指摘されている．現在，不眠症に対する治療法は，薬物療法と認知行動療法が中心であり，その他には睡眠環境の見直しや，睡眠日誌やアクチグラフによる客観的睡眠評価がある．薬物依存症の副作用を考慮すると，薬物以外の治療法が家庭で行われることが望ましい．一方，効果音による睡眠誘導効果には，副作用の心配がなく副交感神経活動が優位となり，リラックスした状態で入眠欲求が自発的に高められると考えられている．本研究はそこに焦点をあて，効果音による睡眠誘導と睡眠の深さの状態を PSG(ポリソムノグラフィ)計測を行い評価する．

1.2 研究目的

本研究の目的は入眠前の効果音が睡眠に及ぼす影響を定量的に評価することである．さらに、皮質視床間連携指標を用いて、入眠及び睡眠中覚醒への効果音の影響について評価する。

2. 方法

2.1 効果音の選択

本計測で使用する効果音を選定するために短時間で実施する予備計測を行った．座った状態で PSG 計測を行い，リラックス指標として脳波のα波成分(8~13Hz) 帯を用い，効果音の選定を行った．

計測は 8 人に対して行った．前もって選出した効果音を 3 種類，効果音なしをそれぞれ 10 分ずつ，計 40 分行った．

脳波の電極の配置として国際式 10-20 電極配置法を用い，C3,C4,O1,O2 の 4ch，GND として A1，A2 を使用した．

解析は解析ソフト LabVIEW を用いた．各チャンネルから得られた脳波の時系列データに30秒でFFT(高速フーリエ変換)を行い，その上でα波帯域の抽出を行う．そして，α波帯域の面積値の経時変化を 1 秒間隔でプロットした．



図 1　計測の様子

2.2 効果音を用いた睡眠の質変化の計測

1 人の計測対象者に対して 2.1 で選定した効果音を用いて睡眠誘導を行った場合と行わなかった場合の 2 回の終夜計測し，睡眠の質を比較した．また，計測前日と当日に睡眠を阻害する運動や飲食をしないように計測対象者に留意した．

入眠時間，深い睡眠の割合，中途覚醒の回数に着目し解析を行った．PSG の睡眠段階は 30 秒間を 1 エポックとして，計測時間 8 時間の睡眠段階が出力される．なお，計測に先立ち，首都大学東京日野キャンパスの研究安全倫理委員会の承認を得た．

3 結果・考察

3.1 効果音の選択

使用した音源として CD 音源（清水の流れ，静かな波，夕立）ハイレゾ音源（オーケストラ，オルゴール）ハイレゾ音源の自然音＋曲調（NISHI, TONAKI, HATENO）の計 8 曲を使用した．図 2 にα波の経時変化を示し，図 3 に図 2 の各効果音におけるα波帯域面積値の平均値から，効果音なしを 1 としたときのα波の増加率を示す．

図 3 に示すように自然音がよりα波を増加させる傾向があることがわかった．CD 音源よりサンプリング周波数が高いハイレゾ音源でも計測を試みたが CD 音源との有意差は見られなかった．この結果より睡眠計測で使用する音源として「清水の流れ」を選択した．

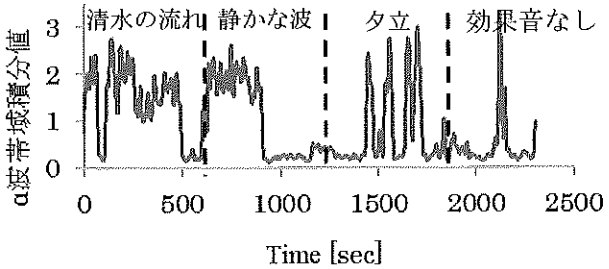


図 2　α波経時変化

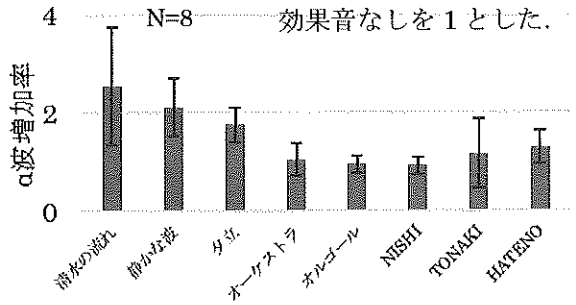


図 3　α波増加率

3.2　効果音による睡眠の質の計測

図 4 の睡眠段階を基に表 1 に同一計測対象者の効果音なし，効果音あり時の睡眠計測から得られた各パラメータの比較を示す.

効果音の再生時間は入眠するのに十分な時間として 30 分間に設定した.

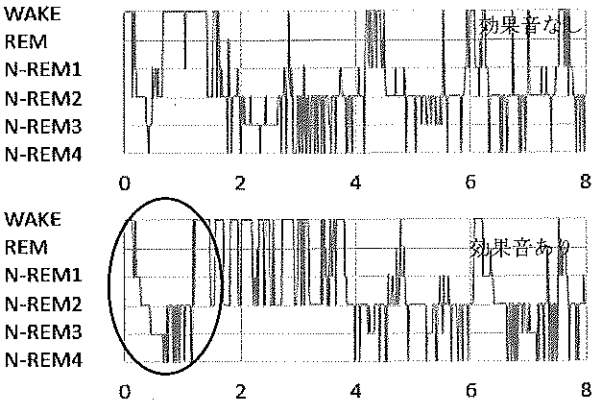


図 4　睡眠段階

表 1　睡眠の質の評価

	効果音なし	効果音あり
入眠時間 (h)	0.23	0.27
WAKE (%)	26.6	29.0
REM (%)	1.63	3.09
N-REM1 (%)	9.90	9.61
N-REM2 (%)	50.5	47.8
N-REM3 (%)	6.94	6.40
N-REM4 (%)	4.49	4.13
中途覚醒 (回)	70	52

表 1 より入眠時間，各睡眠ステージには有意差はみられない結果となった．計測データ数が少ないので今後より多くのデータを収集し検討していく必要がある．一方で中途覚醒の回数において，効果音ありでは効果音なしよりその頻度が減少していることがわかる．図 4 の効果音ありの場合、入眠から 1 時間以内に急速に深い睡眠(NREM3,4)に到達し、その持続時間が長いことも観測された。これらは効果音が睡眠の質を向上させた可能性があると考察できる.

3.3　視床・皮質連携による覚醒度の検討

$$c_2 = -\frac{T_s}{t_0}\sum_{m=1}^{M} a_m m\left\{\mathrm{sinc}[(mT_s+t_0)\frac{2\pi}{t_0}]+\mathrm{sinc}[(mT_s-t_0)\frac{2\pi}{t_0}]\right\} \quad (1)$$

視床・皮質連携における覚醒、睡眠移行は(1)式によって推定できる[1]。

Ts = 1/100 [Hz] M=10 t_0=0.1[sec]を使用した。その結果と睡眠段階との比較結果の一例を図 5 に示す。脳波の電極配置として国際式 10-20 電極配置法を用い，その中の C3 を使用した。

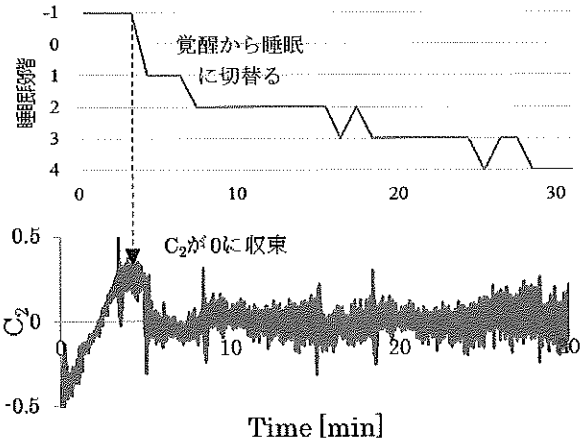


図 5　睡眠段階と視床皮質連携

約 5 分でこの計測対象者は入眠したことが図 5 の睡眠段階からわかるが、それに従属して C_2がゼロに収束しているのがわかる。覚醒時における睡眠の質を詳細に定量化する上で役立つ可能性がこの結果から示唆された。C_2が視床・皮質連携の効果的強さを表して覚醒，睡眠と変化する過程をつかまえることに成功した可能性が示唆された。

参考文献

1) I. Yamaguchi, F. Togo, A. Kishi, T. Nakamura, Y. Yamamoto,
Wake-Sleep Transition as an Opening of Cortico-Thalamo-CorticalLoop,
37th Annual International Conference of the IEEE EMBS, August 2015

[連絡先]
村上可法
e-mail : makiba6328@yahoo.co.jp

2B2-4

ディープラーニングによる車シートの体圧分布測定値からの特性抽出

○森田隼司*, 加藤和人**, 河合隆史*, 三家礼子***
*早稲田大学基幹学部表現工学科, **日本発条株式会社, ***早稲田大学理工学研究所

Feature Extraction from Body Pressure Distribution in Car Seat by Deep Learning

Shunji MORITA*, Kazuhito KATO**, Takashi KAWAI*, Reiko MITSUYA***
* Waseda University, Department of Intermedia Art and Science, ** NHK SPRING CO., LTD., *** Waseda University, Institute for Science and Engineering

1. はじめに

筆者らの過去の研究[1]において, ビッグデータである体圧分布の生データを実験参加者の体格によって分類するにあたり Deep Learning[2] が有用であることが分かった. そこで, さらに本研究では教師あり Deep Learning により体圧分布の生データから実験参加者の体型や着座した車種, 実験参加者の官能評価といった特性を抽出することを目的に解析を行った.

2. 使用したデータ

実験から得られた実験参加者の座面および背面の体圧分布データを統合したデータを学習データに用いた. この時, 座面 48×48 のデータおよび背面 48×48 のデータをそれぞれ 1 行のベクトルに変換し, この 2 つを統合して 1 行 4608 次元のベクトル[3]とした. 実験参加者 15 名に対して 4 車種・4 姿勢の 16 条件, 計 240 のデータの分類を行った. 実験に使用した実車 4 車種の特徴を図 1,着座時に教示した姿勢条件を表 1 にそれぞれ示す. また, 実験参加者の身長と体重を表 2 に示す. 同時に, Zenk らの研究[4]における定義を用いて部位ごとに官能評価を行った. 今回はその全部位の結果を平均し, 個々人の評価としてラベルに使用した.

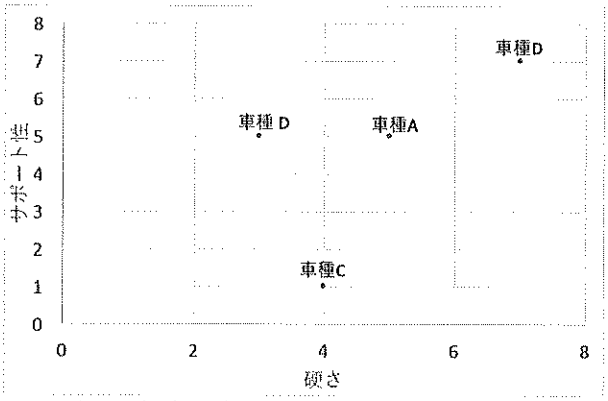


図 1 実験に使用した実車 4 車種の特徴

表 1 着座時の姿勢条件

姿勢条件	指示内容
運転席・設計標準姿勢	必ず腰を引いて座る. 両手は太ももの上に置く. 右足はアクセルペダル, 左足はフットレスト方向に向ける.
運転席・快適姿勢	きちんと運転ができ, かつ快適な姿勢に実験参加者自身が調整, エンジンを始動しブレーキペダルを力一杯踏めるか, アクセル操作が楽に出来, ステアリングが楽に回せ, 前方路面がきちんと見えるように座る. 両手はステアリングを握る. 右足はアクセルペダル, 左足はフットレストに乗せる.
助手席・設計標準姿勢	必ず腰を引いて座る. 両手は太ももの上に置く.
助手席・快適姿勢	必ず腰を引いて座る. 両手は太ももの上に置く.

表 2 実験参加者の身長と体重

実験参加者	性別	身長(cm)	体重(kg)
F.A	女性	144.0	38.8
F.B	女性	150.0	35.7
F.C	女性	156.7	45.9
F.D	女性	157.7	44.4
M.A	男性	171.3	67.1
M.B	男性	178.7	102.6
M.C	男性	174.2	78.2
M.D	男性	181.2	75.7
M.E	男性	174.4	62.9
M.F	男性	167.4	66.6
M.G	男性	171.2	57.5
M.H	男性	165.7	51.5
M.I	男性	171.2	77.6
M.J	男性	167.8	58.5
M.K	男性	164.8	54.8

3. 解析について

3.1 解析手法

入力とラベル(出力)をセットにして入力データとして与える,教師あり Deep Learning の手法を採用した.本解析は R3.3.1 の h2o (パッケージ) により行われた.なお,引数について,autoencoder を FALSE, activation を"Tanh", epochs を 10, hidden を c(200,200)とした.240 あるデータのうち,ランダムに 200 データをトレーニング用データとして学習させ,残る 40 データをテスト用のデータとして用いた.その正解率によって学習結果を評価した.

3.2 ラベルについて

体型,車種,姿勢,官能評価,身長,体重をラベルとしてそれぞれ学習させた.体型,官能評価,身長,体重の 4 つについての閾値の定義を表 3 に示す.

表 3 各ラベルの閾値の定義

ラベル	定義
体型	人体計測データベースを元に身長,体重の女性 5%ile 以下を S,男性 95%ile 以上を L,中間を M として S,M,L の 3 つに設定
官能評価(圧迫感)	Zenk の研究にある官能評価を元に規準化を行い,閾値を算出し,好評価,普通,悪評価の 3 つに設定
官能評価(不快感)	Zenk の研究にある官能評価を元に規準化を行い,閾値を算出し,好評価,普通,悪評価の 3 つに設定
身長	人体計測データベースを元に男性,女性それぞれについて 33%ile 以下を S,66%ile 以上を L,中間を M として FS,FM,FL,MS,MM,ML の 6 つに分類
体重	人体計測データベースを元に男性,女性それぞれについて 33%ile 以下を S,66%ile 以上を L,中間を M として FS,FM,FL,MS,MM,ML の 6 つに分類

4. 結果

ラベルごとにテスト用の 40 データを用いてテストを行った結果の正解率を表 4 に示す.

表 4 各ラベルの正解率

ラベル	正解数	正解率
車種	40	100%
体型	38	95.0%
身長	38	95.0%
体重	37	92.5%
官能評価(圧迫感)	25	62.5%
官能評価(不快感)	16	40.0%
姿勢	15	37.5%

5. 考察

車種を100%の精度で分類出来ているが,車種の違いはシートの違いであると言える.そのため,各車両のシートのクッション性の違いを学習の中で特徴量として見出していると考えられる.また,体型・身長・体重も極めて高い精度で分類されており,Deep Learningによる学習の過程で体圧分布から体型の特徴をかなりの精度で見出せていると言える.体型をラベルとした時にエラーとなったのは F.C,M.F,身長ではM.I,体重ではM.F,M.Hであったが,いずれも境界付近に属する実験参加者であった.官能評価についてはいずれも高い正解率は得られなかったが, 各部位について行った官能評価の結果を平均しラベルとして使用したため,仮に部位により善し悪しはあったとしても,それが反映されていない可能性がある.このラベルが正解率の低さの要因の一つになっているとも考えられ,今後,評価方法や閾値の設定を再考し,また実験参加者を増やすなどすることで正解率の向上が期待される.姿勢については低い正解率となったが,着座時の姿勢を個々人の自由としたため,各姿勢について共通する特徴を見出すことができなかったものと考えられる.

6. まとめ

本研究では,Deep Learning により体圧分布の生データから実験参加者の体型や着座した車種,実験参加者の官能評価といった特性を抽出することを目的に解析を行った.その結果,複数の特性について高い正解率をもって特性抽出ができることがわかった。これらの結果を応用することで新規のシートがどの既存シートに近い特徴を持つかを推定することが可能となる. さらに,官能評価との対応関係を見ることで、シート制作開発への応用が期待される.

参考文献

1) 森田 他:車のシートに関する体圧分布の分類方法の提案,ヒューマンインターフェースシンポジウム 2016, p369-p374, 2016.
2) Quoc V. Le 他: Building High-level Features Using Large Scale Unsupervised earning, 2013 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, p8595-p8598, 2013.
3) 神嶌 :データマイニング分野のクラスタリング手法(2), 人間知能学会誌 Vol.18-2, p170-177, 2003
4) Zenk 他: Objectifying the Comfort of Car Seats, World Congress Detroit, Michigan, April p3-p6, 2006.

[連絡先]
森田 隼司 e-mail : shunji-mrt.8@suou.waseda.jp

2C2-1

一時的UX取得システムの入出力インタフェースの検証

○横山祥平*, 西内信之*
*首都大学東京

Verification of Input/Output Interface of System for Momentary User Experience

Shohei YOKOYAMA*, Nobuyuki NISHIUCHI*
*Tokyo Metropolitan University

1. はじめに

近年技術の急速な発展に伴い，機能性による差別化が困難になったことでユーザがサービスに求めるものは価値のある経験そのもの，つまりUX（User Experience）に変わりつつある．特に人間中心設計(Human-Centerd Design)分野においては，今までは製品やサービスの評価にユーザビリティ評価が用いられることが多く，主に使いやすさの向上に役立ってきたが，現代では更に魅力を高める為にUXという概念が提唱されている．UXとは，製品やサービスの利用時または消費した時に得られる体験のことで，機能や使いやすさだけではなく，ユーザが真にやりたいことを楽しく，心地よく実現できるかを重視した概念である．

主なUXの評価手法としては，エスノグラフィー調査，ペルソナ，UXカーブ(UXCURVE)，ESM（Experience Sampling Method）やDRM（Day Remember Method）が使用されている．しかし，エスノグラフィー調査，ペルソナでは設計者・デザイナーの推測度合いが高く，ユーザの潜在的な欲求を抽出することは困難である．UXカーブ[1]やDRMは回顧的な評価になるため，長期になるに伴い簡略化やバイアスが発生してしまう．これらのことから，利用中の詳細なUX(一時的UX)も合わせて取得することが重要だと考えられる．以上の問題点に着目し，塙氏ら[2]はスマートデバイスを用いて，一時的UXを逐次入力できる簡略化やバイアスがかからないアプリケーション(UXPLOT)を開発した．しかし，このインタフェースがUXの評価に適しているかは十分な検討がされておらず，課題として残されていた．

本研究では，UXPLOTのインタフェースがUXの取得に及ぼす影響の検証を行う．今回の実験では，入出力インタフェースについて，従来のUX評価手法であるUXカーブと比較しながら検証を行った．

2. UX測定アプリケーション(UXPLOT)

スマートデバイスは，Apple社のiPhone5sを用いて開発した．スマートデバイスの画面全域のスワイプ操作でUX値(ポジティブ/ネガティブ：±100%の値)を入力することができる．UX値の入力を終えると感情が生じた要因と感情の種類の2つの項目を入力することでUX値が確定し，図1(左)のように入力されたUX値がグラフによって確認できる．取得したデータは時間，UX値，感情が生じた要因と感情がCSVファイルとして出力される．

今回はユーザへのフィードバックとなるグラフがある場合とない場合(4章)，感情が生じた要因と感情の種類をテキストで入力する場合と音声で入力する場合(5章)の2種類のインタフェースの比較検証を行う．

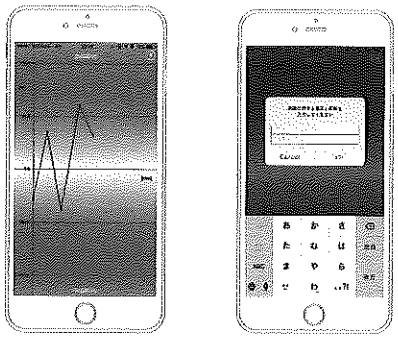


図1(左)UX値入力画面(グラフあり)
(右) 変化理由入力画面(テキスト入力)

3. 実験概要・方法

本実験では入出力インタフェースの評価に着目し，インタフェースの比較実験を行う．実験では，製品やサービスの利用時にUXの一部である感情の変化を入力してもらう．今回は，対象のインタラクションが複雑になるとUXも複雑になり，比較が困難になると考えられるため，インタラクションが少なく，UXも受動的な感情というものにするため短編映像を用いる．感情に重点を置いているのは，Hassenzahlら[3]による過去の検証から，サービスのインタラクションにおける瞬間的な評価感情はUXにおいて重要な項目としている為である．

実験ではまず，被験者はUXPLOTの操作練習を経て慣れた状態で実験を開始し，その後，短編映像を鑑賞する．実験中は映像を鑑賞しつつ感情の変化が起きたと感じた瞬間に逐次一時的UXをUXPLOTを用いて入力してもらう．実験後にはインタフェースに関するアンケートと，従来のUX評価手法であるUXカーブを映像と感情を思い出しながら記入してもらう．被験者は健全な大学(院)生(21～23歳)，比較実験①で6名，比較実験②で6名の計12名である．

4. 比較実験① 出力インタフェース

出力インタフェース実験では，UX値入力後にユ

ーザへのフィードバックとなるグラフがある場合とない場合のインタフェース比較実験を行った．グラフがある場合では，UX 入力後にグラフとして結果が表示されるのに対して，グラフがない場合は UX 入力後にグラフが表示されないようになっている．被験者 6 名のうちグラフがある場合が 3 名，グラフがない場合が 3 名で実験を行った．

4.1 実験結果

実験結果の中で 2 つの特徴的な傾向を示す結果を図 2，3 に示す．

図 2 の結果を見ると，UX カーブのデータで時間軸の微妙なずれや忘却は発生しているものの，UX カーブと UXPLOT で非常に近い UX 値が取得できていることが分かる．一方，図 3 の結果では，おおよその波形の形は一致しているものの，UX カーブと UXPLOT の値で違いが見られた．結果を前半部分と後半部分に分けて見てみると，後半部分の UX 値で UX カーブと UXPLOT の結果で大きく違いが見られた．これは，過去に入力した UX 値がグラフとしてフィードバックされることによって，過去の UX 値を基準に UX が入力されているからだと考えられる．

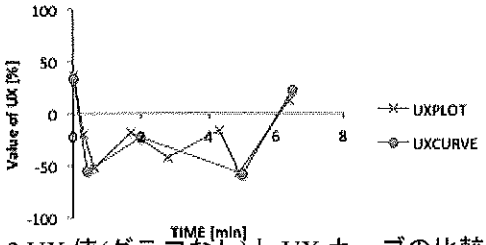


図 2 UX 値(グラフなし)と UX カーブの比較

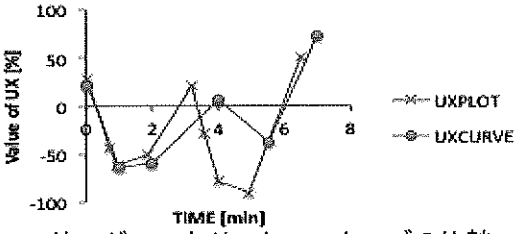


図 3 UX 値((グラフあり) と UX カーブの比較

5. 比較実験② 入力インタフェース

入力インタフェース実験では，UX 値入力後の感情の変化要因の入力を音声入力とテキスト入力の場合でインタフェース比較実験を行い，比較実験①と同様感情に変化が生じたタイミングで UX の入力をしてもらった．被験者 6 名のうち，音声入力が 3 名(A，B，C)，テキスト入力が 3 名(D，E，F) で実験を行った．

5.1 実験結果

感情の変化要因の入力時の，UX の入力回数を図 4，文字数と 1 文字あたりの入力時間の平均値を図 5 に示す．図 4 の結果から，音声入力の場合に UX の入力回数の減少が見られる．しかし図 5 の結果より，音声入力の場合は短時間で多くの情報を入力できているのがわかる．

これらの結果より，音声入力の場合は対象の製品により干渉せず，効率良く感情の変化要因の入力がされる傾向があると考えられる．

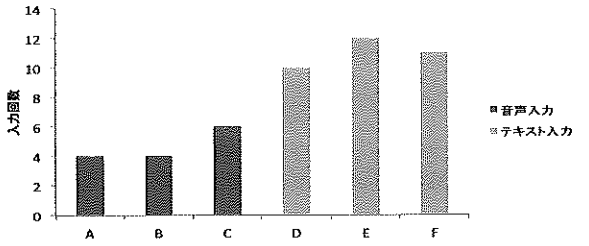


図 4 UX の入力回数

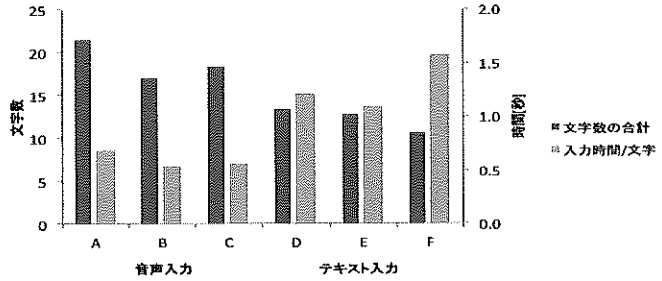


図 5 感情の要因の入力時間と文字数

6.まとめ

今回の実験では，一時的 UX 取得システムを用いて，入出力インタフェース比較実験を行った．比較実験①では，グラフがある場合に過去の入力を基準に入力する傾向が見られ，実験の後半部に UX カーブとの相関が減少した．比較実験②では，音声入力の場合に UX の入力回数の減少が見られたが，短時間で多くの情報入力がされる傾向が見られた．

本実験では Web サイトを対象としたインタラクションが含まれるタスクを用いて実験を行い，本システムの有効性を既存の UX 評価手法である UX カーブと比較しながら，本システムの有効性の検証実験を行っていく予定である．

7. 文献

1) KUJALA, Sari, et al, UX Curve: A method for evaluating long-term user experience. Interacting with Computers, Interacting with Computers, 23.5: pp.473-483, (2011).
2) T. Hanawa, N. Nishiuchi,Development of real-time acquisition system of UX curve, New Ergonomics Perspective, pp.283-290, (2015).
3) Hassenzahl Hassenzahl, Marc, "User experience (UX): towards an experiential perspective on product quality.", Proceedings of the 20th International Conference of the Association Francophone d'Interaction Homme-Machine. ACM (2008).

[連絡先]
横山 祥平
e-mail：yokoyama-shohei@ed.tmu.ac.jp

2C2-2

指の動きを利用したインタフェース評価手法の研究
－不可能タスクにおけるユーザの状態検証－

○片岡裕映*, 北川智大*, 山中仁寛**, 西内信之*
*首都大学東京, **甲南大学

A Study on Interface Evaluation Method Using Fingertip Movement
-Verification for User's State at Impossible Task-

Hiroaki Kataoka*, Tomohiro Kitagawa*, Kimihiro Yamanaka** and Nobuyuki Nishiuchi*
*Tokyo Metropolitan University, **Konan University

1. はじめに

近年，様々な製品の性能は飛躍的に進化しており，家電などの一部の市場において他社製品との差別化を機能で行うといったことは困難な状況となっている．ブランド力向上，付加価値といった観点から企業のユーザビリティへの注目度は高く，ユーザインタフェースのユーザビリティ向上は重要性が増している．ユーザビリティ向上にはユーザビリティを評価する必要があり，従来はアンケート，インタビューなどが主に用いられてきた．しかし，これらの評価手法は主観的であり，より客観的評価手法が求められている．本研究では，インタフェースを操作する直接的な部位である"指"の動きに着目した定量的・客観的なユーザビリティ評価の手法を提案する．なお本報告では，ユーザが先に進めないタスク（不可能タスク）での指の動きの特徴抽出実験の内容についてまとめた．

2. 指の動きを利用したユーザビリティ評価

評価対象のインタフェースをユーザが操作している際の指の動きを画像処理により解析することで，ユーザが考えている状態(思考要素)や探している状態(探索要素)をユーザビリティの問題点として発見できると考えた．以下の節において，指の動きを抽出する画像処理のプロセスを端的に述べる．

2.1 操作画面取得

実験風景および取得される画像を図 1 に示す．図 1 のように，着色した指サックを装着した被験者がタッチパネルを操作する様子を上部のビデオカメラにより撮影する．

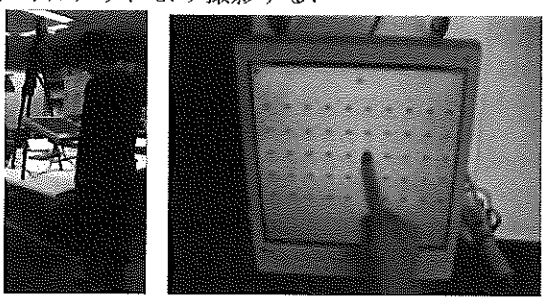
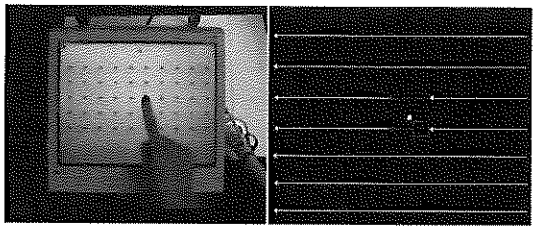


図 1 実験風景(左)と取得画面(右)

指サックは後述する画像処理のために利用している．タッチパネルのディスプレイ角は 30 度に固定しており，ビデオカメラは地面から 180cm のところに設置してある．

2.2 指先位置座標の抽出の画像処理

撮影した動画の各フレーム(図 1(右))に対して画像処理を連続で行う.具体的には，各フレーム内の指先の位置座標を検出する．さらに各フレーム間の指先の位置座標を結ぶことで指先の軌跡が得られる．指先の位置座標の検出処理は，入力画像に対して，まずディスプレイ面と撮影面が平行になるように射影変換(図 2(a))を行う．次に被験者の指に装着された指サックの緑色の領域のみを抽出するカラー抽出により 2 値化処理を行う．得られた 2 値画像の指先部分の領域の位置を求めるために，図 2(b)のような格子内に含まれる白画素数(面積)を求め，さらにこの格子をフレームの左上から右下まで走査させながら面積を求める．面積が最大となる箇所を指位置座標とした．



(a) 射影変換後 (b) 指先領域の抽出

図 2 指先位置座標の抽出

2.3 指の特徴抽出

指の停留を，指の動作特徴として抽出する．そのために，1 フレームごとに指が止まっている状態か，動いている状態か判別する必要がある．本研究では以下の式(1)を満たせば，そのフレームは停留状態であると判断される．

$$\sum_{i=1}^{T} D_i < DT \qquad \cdots(1)$$

ここで，D_i[mm]は現フレームの指の位置座標と i フレーム前の指の位置座標との距離，T[s]は過去の参照とするフレーム数，D[mm]は過去 T フレーム間の D_i

の平均である．停留が起こったかどうかのパラメータは T と D であり，2 つの閾値を変更させることで，停留の判定を決定する．

3. 不可能タスク実験

3.1 実験目的

ユーザがインタフェース操作時において先に進めない状態での指の動きの特徴を抽出することを目的とする．

3.2 実験方法

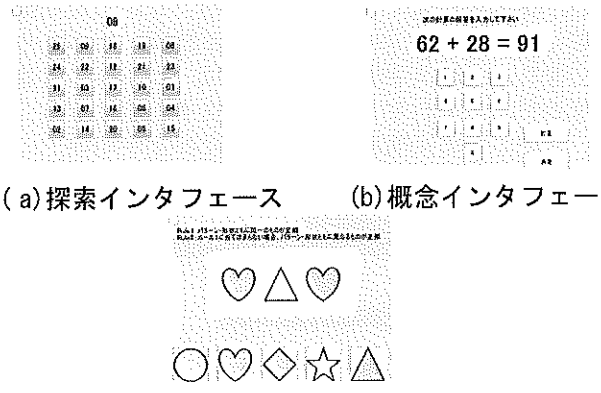
特徴抽出のために，以下の 3 つの要素(探索,概念,判断)について通常タスクと，意図的にエラーを混入させたタスク（不可能タスク）をそれぞれ行ってもらい(図 3)，それらを操作しているときの指の停留時間を解析した．各インタフェースで被験者に行ってもらうタスクの内容及びエラー内容は以下の通りである．

(a)探索インタフェース(図 3(a))
25 個のボタンから提示された数字を探すタスク
エラー:25 個のボタンに正解が存在しない

(b)概念インタフェース(図 3(b))
2 桁の加算を行うタスク
エラー:3 桁目が入力できない

(c) 判断インタフェース(図 3(c))
定められた規則に従い,適当な解答を選択するタスク
エラー:適当な解答が存在しない

被験者は健常な男子大学生・院生 5 名(20~24 歳) である．被験者が図 3 の実験用インタフェースを操作している指の動きをビデオカメラで撮影し解析を行う．探索,概念,判断インタフェースにおいて通常タスクを 20 回ずつ，エラー混入タスクを 20 回ずつ(1 セット)行ってもらう．実験で用いる通常タスクと不可能タスクの順番やインタフェースの順番は被験者ごとにランダムとし，各セット間の休憩を 1 分とした．



(a)探索インタフェース　(b)概念インタフェース

(c)判断インタフェース

図 3 実験用インタフェース

3.3 実験結果・考察

図 4 は各要素での結果で，横軸にタスクの種別，縦軸に停留割合を取ったものである．“探索”，“概念”では不可能タスク時の停留割合は増加しているが“判断”では差があまりない．これは判断タスクが通常時から停留が多く発生してしまっていることが原因である.各要素について分散分析を行った結果,タスク間に有意差はみられず，被験者間には有意差が見られた.そのため被験者ごとの閾値を設定することで特徴を抽出することができると考えられる．

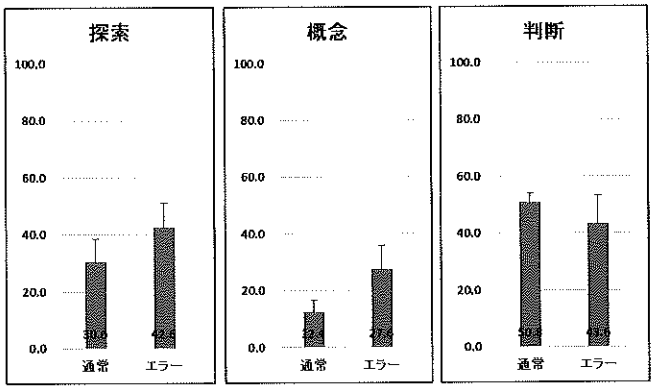


図 4 通常タスクと不可能タスクの停留割合

4. 結論

本研究では,インタフェース操作時のユーザの先に進めない状態の指の動きに着目し，不可能タスクにおけるユーザの状態検証を行った．指の停留特徴からは通常タスクと不可能タスクの停留割合の傾向を見出し，閾値設定の指針を得た．

今後の展望として，停留以外の，例えば，指が画面外へと外れるフレームアウトや，指の切り替えしといった特徴についても解析を行っていき，各要素の区別についても検証を行う．また，これまでの実験で得た指の特徴データから実在するインタフェースを用いて，ユーザビリティ評価の有効性の検証を行う．

参考文献

1) 安藤盛洋, 西内信之, 朴美卿, 山中仁寛, 「動作分析を応用した定量的・客観的なユーザビリティ評価システムの開発」, 平成 21 年度日本経営工学会秋季研究大会, pp.102-103, 2009.

2) 高橋雄大河, 西内信之, 橋爪絢子, 「指の移動軌跡の特徴を用いたユーザビリティ評価手法の提案」, 日本人間工学会関東支部 第 42 回大会, 2012.

3) 樽本徹也, 「ユーザビリティエンジニアリング」, オーム社, 2005.

4) 吉本一穂, 大成尚, 渡辺健, 「メソッドエンジニアリング」, 朝倉書店, 2001.

5) 尾崎弘, 谷口慶治, 「画像処理-その基礎から応用まで」, 共立出版, 1983.

[連絡先]
片岡 裕映（かたおか ひろあき）
e-mail : kataoka-hiroaki@ed.tmu.ac.j

2C2-3

明朝体 UD フォントの視認評価について

○矢口博之*，竹下直幸**，八杉淳一***
*東京電機大学，**タケノコデザインルーム，***ユニバーサルコミュニケーションデザイン協会

A Study of legibility evaluation method for Mincho font which designed by Universal Design

Hiroyuki YAGUCHI*, Naoyuki TAKESHITA**,Junich YASUGI ***
*Tokyo Denki University, **Takenoko Design Room, *** Universal Communication Design Association

1. はじめに

近年，日本では高齢化社会の進展に伴い，老眼や白内障により文字が見えにくい人が増加している．そこで「誰にでも読みやすい」とされるユニバーサルデザイン（UD）フォントが開発され，普及も進んでいる．視認性の高い UD フォントをデザインしようとすれば，文字線の太さが一定であるゴシック体とする方が有利である．明朝体は，縦横の文字線の太さが異なり，払いやウロコなど，装飾的な要素も含まれ，UD フォントとして成立させることが難しいためである．実際市販されている UD フォントの多くがゴシック体となっている．しかし様々な印刷物を UD 対応にしていくためには明朝体 UD フォントに対する要望も強かった．そこで我々はゴシック体の UD フォントを開発 [1]する際に用いた，客観的な視認性評価手法である IPO テスト [2]を用いて新たに明朝体の UD フォントを開発した．

本研究は，新たに開発した明朝体の UD フォントである「みんなの文字明朝」を対象に，主観的手法と IPO テストにより従来の明朝体フォントとの視認性比較を行うとともに，IPO テストが明朝体フォントの開発においても有効であるかについて検証することを目的とする．

2. 独自の客観的視認性評価手法について

現在さまざまな UD フォントが開発され，普及も進んでいる．しかしフォントがどの程度読みやすいか（視認性）に関する評価は，主観的手法が用いられることが多い．視認性の主観的評価では，その都度被験者を集める必要があることから繰り返し実施しにくく，評価結果が方法や手順，被験者の状況などさまざまな要因で変動する恐れがある．そこで我々は，客観的な視認性評価手法として IPO テストを開発した．

IPO テストでは，フォントの視認性を，画像処理を用いて客観的に評価している．図 1 に IPO テストの概念図を示す．IPO テストでは文字画像を 2 値化する際のしきい値を変化させることにより，意図的に文字の「かすれ」状態と「つぶれ」状態を作り出し，かすれて文字線が途切れてしまう，つぶれて文字線の間が詰まってしまうなどの状況にならずに，文字画像が原形を保つことができる領域（安定領域）がどの程度確保できるかを，専用のアプリケーションソフトを用いて計測し，視認性の評価値としている．

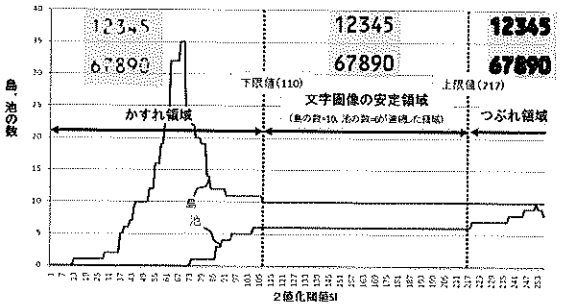


図 1 IPO テストの概念図

3. フォントの視認性評価

3.1 評価対象と評価の方法

本研究の調査では，今回新たに開発した明朝体の UD フォントである「みんなの文字明朝」に対し，既存の UD 明朝フォント 1 書体，通常の明朝フォント 3 書体(A,B,C)の 4 書体を比較対象とした．各フォントとも，ひらがな，アルファベット，数字の 3 つ文字種を対象に IPO テストおよび調査票を用いた主観調査による視認性評価を行った．

3.2 IPO テストによる視認性評価の結果

IPO テストによる評価結果を図 2 に示す．IPO テストでは，一般に文字線が少なく，形も単純であるほど，評価値が高くなる傾向がある．しかし文字線を太くすれば，かすれには強くなる反面，つぶれやすくなり，逆に文字線が細くなれば，つぶれには強くなるが，かすれやすいという相反する特性がある．しかし新たに開発した「みんなの文字明朝」

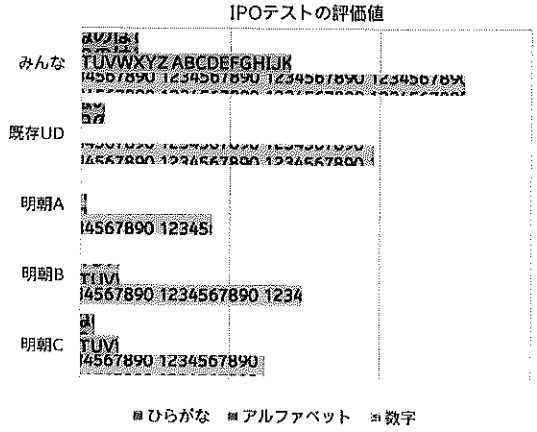


図 2 IPO テストの評価結果

は，この相反する特性をデザイン処理によりバランスさせ，ひらがな，アルファベット，数字のどの文字においても IPO テストの評価値が高く，特に開発の目標とした数字において格段に高い値を示すことが確認できた．

3.3 調査票を用いた主観的視認性調査の評価結果

調査は 2015 年度の学園祭（11 月 1 日～11 月 3 日）において，本研究室に見学に来た来訪者のうち，調査の趣旨を説明し承諾が得られた 150 名に対し文字の視認性調査を実施した．プライバシー保護の観点から年齢や性別については訊いていないが，10 代から 60 代以上までさまざまな年代の方から協力を得て実施することができた．

主観調査に用いた調査票の例を図 3 に示す．調査票は Excel のマクロを使いフォントの並び順がすべて異なるようにし，順序効果の影響を打ち消すようにした．調査協力者には，調査票にある 5 種類の調査対象フォントから，ひらがな，アルファベット，数字の文字種ごとに最も読みやすいと思うフォントを一つ選んで印をつけてもらうよう依頼した．

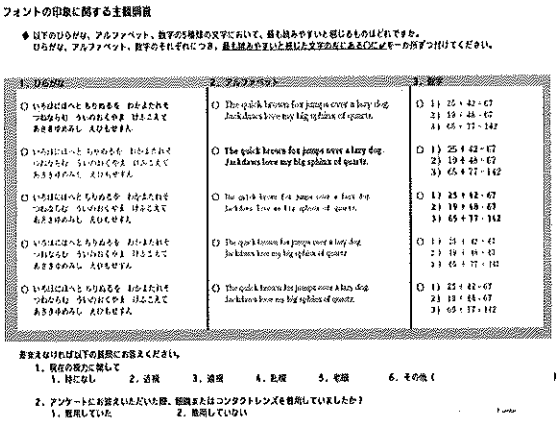


図 3 主観調査で用いた調査票の例

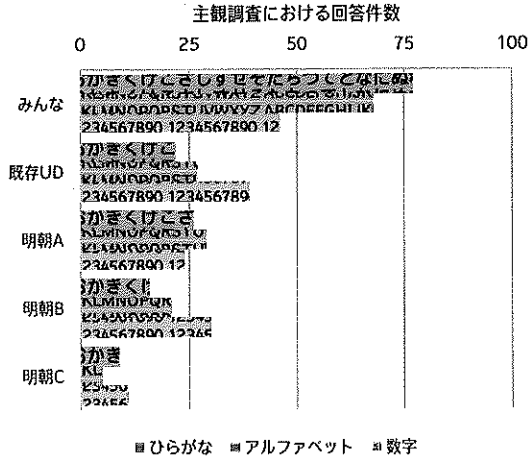


図 4 主観調査における回答件数

調査協力者が文字種ごとに最も見やすいと回答した件数を図 4 に示す．図 4 によれば「ひらがな，アルファベット，数字の全ての文字種において「みんなの文字明朝」が最も回答件数が多い結果となった．続いて既存 UD フォントの評価が高いが，数字を除き通常の明朝体 A とほぼ同程度の評価結果であり，明朝体で UD フォントを成立させることの難しさを示す結果と見ることができる．

3.4 IPO テストによる客観評価と調査票調査による主観評価の検討

IPO テストの結果と主観評価結果の関連について評価する目的で文字種ごとに相関関係を求めた．その結果を表 1 に示す．ひらがな，アルファベット，数字のすべての文字種において強い相関があることが確認できた．

表 1 文字種ごとの主観評価と客観評価の相関

文字種	相関係数
ひらがな	0.85
アルファベット	0.83
数字	0.84

4. まとめと今後の課題

新たに開発した明朝体の UD フォントである「みんなの文字明朝」を対象に，主観的手法と客観的手法により従来の明朝体フォントとの視認性比較を行ったところ，どちらの評価法においても高い視認性を示すことが確認できた．一般に明朝体を UD フォントとして成立させることは難しいが，IPO テストを活用した開発プロセスにより，明朝体としては格段に視認性の高い UD フォントを開発することができた．さらに主観評価と客観評価の結果に高い相関がみられたことから，IPO テストが明朝体フォントの開発においても有効であり，当初想定した視認性の高い文字の定義が妥当であることが再確認できた．

今後は，日本語以外の言語を対象とした UD フォントの開発，IPO テストをピクトグラムの視認性評価に応用していくことなどを検討していきたい．

文献

1) 矢口博之，竹下直幸，水野昭，八杉淳一：視覚特性や提示条件が変化しても読み違いが起こりにくい金融コミュニケーション向け UD フォントの開発，日本印刷学会誌 Vol.50，No.1，p.057-67，2013
2) 株式会社パスファインダー，文字の読みやすさ評価方法，特開 2012-247920 号，2012.12.13

[連絡先]
やぐち ひろゆき
e-mail：*yaguchi@mail.dendai.ac.jp*

2C2-4

方位情報を活用した全天球画像教材の開発

○石原 佳樹，柴田 隆史東京福祉大学大学院教育学研究科

Development of Educational Materials Using Spherical Images with Azimuth Orientation

Yoshiki ISHIHARA, Takashi SHIBATA
Graduate School of Education, Tokyo University of Social Welfare

1. はじめに

近年，ICT を活用した教育の推進がなされており，学校においてはタブレット端末や電子黒板などの ICT 機器の導入が進んでいる．例えば，文部科学省は「教育の情報化ビジョン」において， 2020 年までにすべての学校で，1 人 1 台のタブレット端末を導入した ICT 授業を実現するとしている[1]．ICT を活用することにより，従来の紙メディアとは異なる表現方法を教材に取り入れることが可能となる．そのため，ICT を効果的に活用した学習方法や教材を用いることで，学習内容の理解を支援することが期待される． 小学校における社会科の教科目標では，地域の地理的環境の理解や，地図をはじめとする各種の具体的資料を効果的に活用することが示されている[2]．筆者らはこれまでに，この教科目標の達成を支援する教材として，実際に方位を確認しながら観察ができる，タブレット端末を用いたパノラマ画像教材を開発した[3]．その教材を用いることで，例えば，学習者がタブレット端末を東向きにすると，教材画像の撮影地点における東の風景を見ることができる．評価実験の結果からは，実際の方位と対応づけながら能動的に観察することで，ポジティブな学習効果が促進される可能性が示唆された．

本研究では，これまでの方位情報を用いた 360 度水平パノラマ画像教材を発展させ，さらに垂直方向の観察も可能とする，タブレット端末用全天球画像教材の開発を行った．すなわち，観察者が東を向きながらタブレット端末を下に向けると，東の方向の足元の様子を見ることができる．実際の方位や方向に対応した 360 度全天球画像の観察により，学習内容の理解や気付きを促すことが本教材の目的である．

2. 方位情報を用いた全天球画像教材

本研究における全天球画像教材は，タブレット端末で使用することを想定した．その理由は，教育現場ではタブレット端末の導入が進められていることに加え，多くのタブレット端末には方位情報の取得に必要なデジタルコンパスや，タブレット端末の角度情報の取得に必要なジャイロスコープが内蔵されているためである．

また，本教材の仕組みを用いて，学校教員が簡単に教材開発を行うことができ，使用環境の多様性にも対応できるように，教材作成の簡易化と教材表示の汎用化を図った．具体的には，教材作成の簡易化として，HTML5 と JavaScript を使用することにより，教材作成の環境を整える手間や費用の負担を減らし，教材とする全天球画像の差し替えや追加が簡単にできるようにした．一方，教材表示の汎用化としては，ウェブブラウザを使用することにより，タブレット端末に標準的にインストールされているソフトウェアの利用を可能とした．加えて，HTML5 と JavaScript は，使用しているコンピュータ上で動作するため，本教材はインターネットが利用できない環境においても使用することができるといった特徴がある．

さらに，学習者が全天球画像のどの方向を観察しているのかを記録する機能を付加した．それにより，学習者が見ていた場所を時系列で推定することができ，教員による学習者の学習状況の確認を可能とした．

3. 教材の題材

本研究で検討する教材の活用場面の一つとして，小学校における地域学習を設定した．そこで，教材の題材として，平安時代の終わり頃に造られた女堀と呼ばれる用水路跡を選定した．女堀は国指定史跡であり，現在も発掘調査が行われている．本教材により，史跡の空間的な広がりを把握できることに加え，通常では間近で観察することが難しい発掘調査の様子が観察できる．本研究では，発掘調査で掘られた場所の底や内側が観察できる教材を作成した．



図 1 教材の対象とした女堀の発掘調査の様子

4. 評価方法

タブレット端末を用いて本教材を観察することで，学習者がどのような観察の仕方をし，どのような気づきが生起されるのかを検討するために，評価実験を行った．

評価実験は，題材とした史跡がある群馬県伊勢崎市内の公立小学校において，総合的な学習の時間に実施した．対象は小学 6 年生 105 名であり，2016 年 10 月

に実施した.

評価実験に先立ち，児童は当該史跡に関する特徴や歴史的背景などに関する説明を受けた．また，本教材の使い方として，タブレット端末を上下左右に動かすとその方向の映像が見られることや，実際の方位と映像内の方位が一致しており，自分が東の方向を向いてタブレット端末を見れば，発掘調査場所の東の風景を見ることができること，そして，本教材では地面を掘り下げた場所からの映像を見ることができることを伝えた．その説明においては，実験者が実際にタブレット端末を持ち，その画面の映像を大型スクリーンに映しながら児童全員に説明した．

実験では，児童は自分でタブレット端末を持ち，発掘調査場所の様子を観察した．1 人の観察時間はおよそ 30 秒であり，教材による発掘調査の様子を見て気づいたことをアンケート用紙に記述させた．なお，気づいたことをできるだけたくさん書くことを事前に教示した．

また，無作為に 11 人の児童を選び，本教材を観察した際にどの方向にタブレット端末を向けていたのかを示すログを記録した．一般に，見たい場所を画面の中央付近に表示するため，それにより，児童が全天球画像内のどこに注目していたのかを客観的に測定した．サンプリングレートは約 30 Hz であり，30 秒間記録した．

5. 結果

最初に，児童が全天球画像のどこに注目していたのかを示す客観指標の結果を示す．教材を観察した 11 人のログデータに対して，方位に関しては北・北東・東・南東・南・南西・西・北東の 8 方位に，上下方向に関しては，上・斜め上・正面・斜め下・下の 5 方向に分類した．その結果，上位 3 つの観察パターンは，西における斜め下，北における斜め下，北西における斜め下であった（図 2）．この 3 つの観察パターンを合計すると観察全体における 23.6%となり，北西付近の斜め下方向に注目していたことが分かった．図 2 は，北西の斜め下方向の画像に，児童が注目した箇所をログデータに基づきプロットしたものである．断層面や底の様子などに注目していることが分かった．　次に 105 名の児童がアンケート用紙に記述した気付きに関して，KJ 法を用いて分析した．その結果，写真など従来の資料を観察した際にも出てくると考えられる「観察全般における気付き」と，連続して上下左右の方向を観察することで分かる「観察した情報を統合する必要がある気付き」，そして，全天球画像教材を使用することで生じる「本教材の特徴に関する気付き」の 3 カテゴリーに集約された．また，児童の気づきは，画像の下方向に関するものが多く，観察において注目している箇所を示した客観指標と同様の結果であった．さらに，タブレット端末を動かして位置関係を理解することで分かる気付きの数も多く，全天球画像を使用したことによる効果も見られた．加えて，方位と関連させた内容の記述もあった．

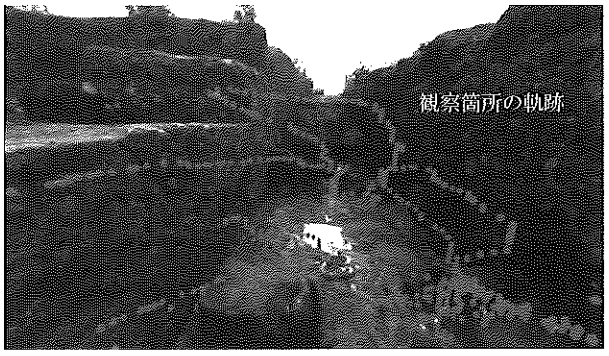


図 2　タブレット端末の移動記録に基づく観察箇所の変化を示す結果

6. まとめ

本研究では，方位情報を活用した全天球画像教材を開発し，本教材を用いることで，学習者がどのような観察の仕方をし，どのような気づきが生起されるのかを検討した．その結果，発掘調査現場において特徴的な部分に児童が注目することが，観察箇所という客観指標と，気づきの記述という主観指標の両方から示された．それより，全天球画像教材を用いて能動的に観察することで，学習者に積極的な観察を促し，探究的な学習を促す可能性があることが考察された．今後の課題は，方位情報が分かることで学習者に対して，どのような学習効果があるのかを明らかにすることであり，方位情報が重要となる学習単元を選定し，その学習効果を評価することである．

参考文献

1) 文部科学省：教育の情報化ビジョン～21 世紀にふさわしい学びと学校の創造を目指して～, 2011.
2) 文部科学省：小学校学習指導要領, 2008.
3) 石原佳樹・柴田隆史：方位情報を用いたパノラマ画像教材の開発，日本教育工学会第 32 回全国大会講演論文集, pp.1001-1002, 2016.

[連絡先]
柴田 隆史（しばた たかし）
e-mail：tashibat@ed.tokyo-fukushi.ac.jp

2D2-1

ヒト型シルエットが配色記憶に与える影響

○赤間章英，石橋圭太，岩永光一
千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻

Effects on Color Memory of Human Body Silhouette

Takahide AKAMA, Keita ISHIBASHI, Koichi IWANAGA
Department of Design Science, Graduate School of Engineering, Chiba University

1.はじめに

視覚情報の記憶の違いは、覚える際の注意の集中度が異なるためであり [1]、注意の集中度は知覚した刺激によって異なる [2]。また、ヒトの視覚野にはヒトの身体に反応する部位があり、筋肉のつき方や骨格の違いといった細かい形の違いの識別にも関わっていると言われている [3]。以上より、ヒト型図形は記憶しやすい図形であると仮説を立て、配色の記憶に対するヒト型シルエットの影響
を明らかにすることを目的とした。

2.方法

2.1 被験者

視覚正常で、健康な男子大学生 11 名[23.1±1.1(SD)歳]が実験に参加した。

2.2 刺激

刺激にはシルエット条件(ヒト型、ランダム)と要素条件(幾何図形、身体図形)を組み合わせた、合計 4 種類の図形を用いた(図 1)。各図形とも 5 色(朱、肌、白、青、黒)で配色され、肌色(顔面)以外の配色を変えることで 24 通りの配色パターンを用意した。刺激の背景には 50%グレーを用いた。

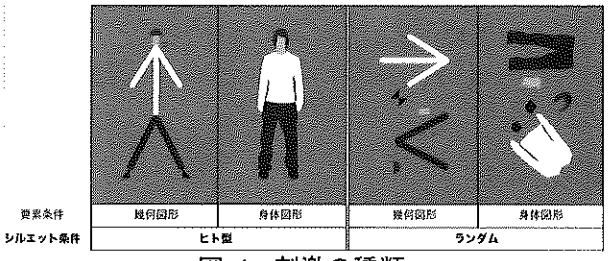


図 1 刺激の種類

2.3 手順

実験は図形の種類毎に行った。被験者はまず 24 通りの刺激の中からランダムに選ばれた 1 つを標的刺激として 1 分間で記憶した。次に標準刺激として 20 通りの刺激が標的刺激と共にランダムに呈示され、その中から標的刺激に対して手元のボタンを素早く正確に押下する再認課題を行った。図形毎に被験者の見覚えのある配色パターンが生じないように、各図形の標的刺激の配色パターン 4 通りは標準刺激から除いた。刺激の呈示時間は 50 ms で、刺激間間隔は 1050～1350 ms であった(図 2)。

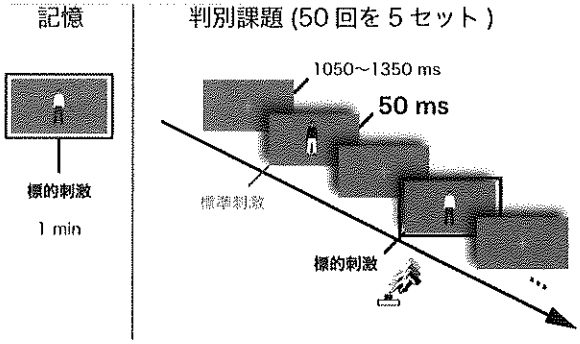


図 2 実験の流れ

2.4 計測指標

標的刺激が呈示されてから、ボタンが押下されるまでの時間を再認時間とした。
標的刺激に正しくボタン押下した回数と標準刺激に正しくボタン押下しなかった回数を全体の試行回数で割った比率を再認正答率とした。加えて、見逃し率(標的刺激に対してボタンを押さなかった回数／標的刺激の回数)と誤答率(標準刺激に対してボタンを押した回数／標準刺激の回数)も解析した。全ての指標で角変換による補正を行った。
生理指標として事象関連電位(ERP)を用いた。脳波はサンプリングレート 1 kHz で計測し、0.08～30 Hz のバンドパスフィルターをかけ、左右耳朶を基準電極として国際 10-20 法に基づく 19 部位を測定した(Fz, Cz, Pz, Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, T7, T8, P3, P4, P7, P8, O1, O2)。刺激が呈示される 200ms 前から呈示するまでの平均電位を基線として刺激呈示後 800 ms の ERP を算出した。ERP には瞬目が計測された脳波と±40 μV 以上の変動が見られたものは除外された。今回は、形の識別とその処理に必要な注意の集中度によって振幅が大きくなる N100 成分と注意の集中度によって振幅が大きくなる P300 成分を解析対象とした。

2.5 解析方法

行動指標は全て有意水準を 5%未満とし、シルエット条件(ヒト型, ランダム)、要素条件(幾何図形, 身体図形)の 2 要因(各 2 水準)の反復分散分析を行った。N190 成分は記憶条件(標的, 非標的)を加えて 3 要因の反復分散分析を行った。P300 成分は行動指標と同様の 2 要因の反復分散分析を行った。

3. 結果

3.1 行動指標

再認時間、再認正答率、誤答率に有意差は見られなかった。しかし、見逃し率では要素条件の主効果が見られ(F[1, 10]=5. 863, p<0. 05)、身体図形で有意に低かった(図 3)。

3.2 N100成分

01 部位で、記憶条件の主効果(F[1, 9]=14. 962, p<0. 01)、シルエット条件(F[1, 9]=5. 595, p<0. 05)、要素条件の主効果(F[1, 9]=22. 142, p<0. 01)、および記憶条件と要素条件の有意な交互作用が見られた(F[1, 9]=6. 822, p<0. 05)。下位検定により、標的刺激、標準刺激のどちらにおいても要素条件で有意差があり(p<0. 05, p<0. 001)、身体部位の振幅が有意に小さかった。また、身体図形において標的刺激と標準刺激に有意差があり (p<0. 01)、標的刺激の方が有意に振幅が大きかった(図 4)。

3.3 P300成分

Pz 部位で、シルエット条件の主効果(F[1, 9]=12. 627, p<0. 01)、要素条件の主効果(F[1, 9]=7. 036, p<0. 05)が見られた。シルエット条件ではヒト型の方で振幅が有意に大きく、要素条件では身体図形の方で振幅が有意に大きかった(図 5)。

4.考察

要素条件において身体図形を用いた方が標的刺激を見逃さなかった。これは N100 成分より幾何図形を用いた方が標的刺激・標準刺激のどちらにおいても身体図形より振幅が大きかったことから形の識別に常に注意の集中を必要していたためだと考えられる。一方、身体図形を用いた方は幾何図形よりも少ない注意の集中で形の識別を行うことができたため、更に注意を集中させることで標的刺激か標準刺激かの細かい識別が可能になったと考えられる。また、シルエット条件でも有意差が見られたことから、ヒトの形の識別は要素(身体部位)とシルエットの両方で行われていると考えられる。しかしながら、パーツ条件とシルエット条件に交互作用が見られなかったことから、ヒトの形の識別は要素とシルエットの両方で行われていると考えられる。更に、頭頂の P300 成分は思い出しやすさに比例して振幅が大きくなることから、頭頂部位の結果よりヒトの特徴は思い出しやすいものであったと考えられる。

5.結論

見逃し率の結果より、配色記憶は図形にヒトの身体部位を用いることで正確に思い出せることが明らかとなった。事象関連電位の結果より、ヒト型シルエットであること・ヒトの身体図形を用いることの両方で頭頂の P300 成分が増幅することが明らかとなった。

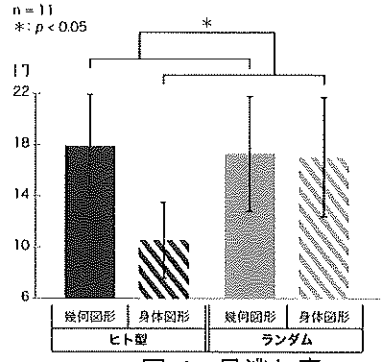


図 3 見逃し率

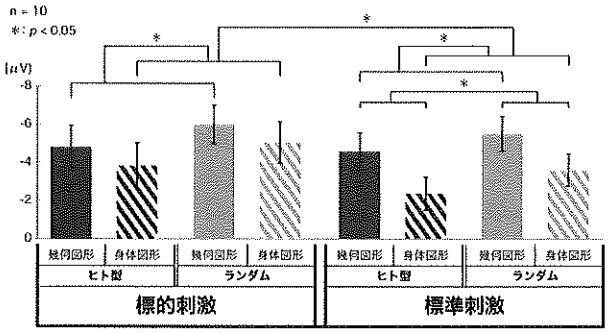


図 4 N100 振幅(01 部位)

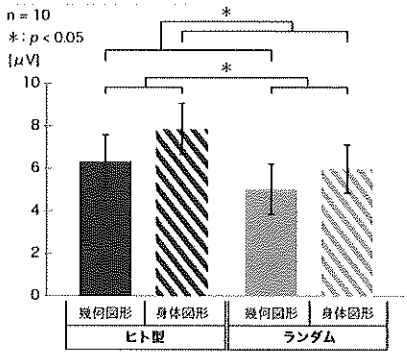


図 5 P300 振幅(Pz 部位)

参考文献

1) Kuo BC et al. : Attention Modulates Maintenance of Representations in Visual Short-Term Memory, J Cogn Neurosci, 24(1), 51-60, 2012
2) Polich J : Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b, Clin Neurophysiol, 118, 2128-2148, 2007
3) Urgesi C et al. : Transcranial Magnetic Stimulation Reveals Two Cortical Pathways for Visual Body Processing, J Neurosci, 27(30), 8023-8030, 2007

[連絡先]
赤間 章英
千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町１－３３
e-mail : aaca2265@chiba-u.jp

2D2-2

タスクに求められる巧緻性がインタフェースの操作性に与える影響

―タッチ操作と空中ジェスチャ操作の比較―

○中村隼大，石橋圭太，岩永光一
千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻人間情報科学研究室

Effect of Dexterity Required in Tasks on Performance: Comparison of Touch and Mid-air Gesture

Shunta NAKAMURA, Keita ISHIBASHI, Koichi IWANAGA
Department of Design Science, Graduate School of Engineering, Chiba University

1. はじめに

近年の技術の進歩によって，マウスやキーボードなどのデバイスを介さずに，より自然で直感的な方法で GUI を操作することが可能になった．本研究で対象とするタッチ操作と空中ジェスチャ操作は共に，ユーザの手のみを用いる直感的な操作方法である．これら異なるインタフェースの操作性を比較する研究の多くでは，提示されたターゲットまでカーソルを移動し選択するポインティングタスクを被験者に課すことで，操作性が評価されてきた [1, 2]．ポインティングタスクはユーザが発揮する巧緻性が高いほど操作性が高く評価される．特に空中ジェスチャ操作は小さいターゲットの選択など細かな制御を必要とする場合に著しく操作性が劣る [2]．しかしながら，実際の GUI 操作ではユーザに高い巧緻性を必要とせず低い巧緻性のみで充分に実行できる操作が多く存在することも事実である．

そこで本研究は，細かな制御が必要なく，フィッツの法則との相関も示されている [3]クロッシングタスク（一定幅を通過するタスク）とポインティングタスクを比較することで，タスクに必要な巧緻性の違いが各インタフェースの操作性に与える影響を明らかにすることを目的とした．

2. 実験方法

2.1 被験者

10 名の大学生及び大学院生（24.3±1.1 歳）が実験に参加した．実験の実施前に充分なタスクの練習を行った．

2.2 実験タスク

被験者にはタッチ操作と空中ジェスチャ操作において，制御方法の異なる 2 つのタスクを課した（図 1）．

停止タスク（ポインティングタスク）：提示されたターゲットの方向へカーソルを移動し，ターゲット上で選択アクションを行うことで 1 試行が完了する．

通過タスク（クロッシングタスク）：提示されたターゲットの方向へカーソルを移動し，カーソルがターゲットを通過し終えることで 1 試行が完了する．

カーソルの移動は，タッチ操作では画面上のカーソルをドラッグするように触れ，空中ジェスチャ操作では空中で手を動かすことで行った．停止タスクのターゲット選択は，タッチ操作ではターゲット上で指を離すことで，空中ジェスチャ操作ではターゲット上で手を前方に押すジェスチャによって行った．

提示したターゲットのサイズ W(px)と移動距離 D(px)，フィッツの法則[4]から求められるタスク困難度 ID(bit)は W = {12,5, 25, 50, 100}，D = {150, 300}，ID = {1.32, 2.00, 2.81, 3.70, 4.64}である．

被験者は 2 つの操作方法と 2 つのタスクからなる 4 条件に対して，それぞれ W と D の各組み合わせを 8 試行ずつ含むブロックを 3 ブロック行った．

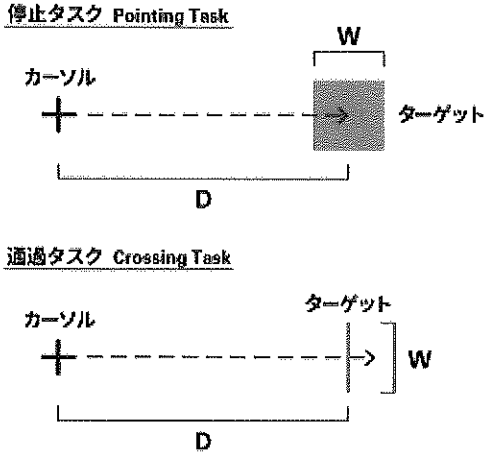


図 1　実験タスク

2.3 実験環境

被験者は立位の状態で実験を行い，ディスプレイ(50 インチ, 1920px × 1080px, TH-P50VT5)は利き手側肩峰点を中央に合わせて高さを調整した．タッチ操作には PQ Labs G5 を，空中ジェスチャ操作には Leap Motion を使用した．

2.4 測定項目

カーソルを移動し始めてから 1 試行が完了するまでの時間を操作時間 MT として測定した．解析時にはエラー試行と MT が平均±3 標準偏差を越える試行を除外した．

3. 実験方法

3.1 操作時間

操作方法（タッチ・空中ジェスチャ）とタスク（停止・通過）による 2 元配置分散分析の結果，各条件での操作時間 MT には，操作方法による主効果 ($F(1,9)=74.44, p<.01$)，タスクによる主効果 ($F(1,9)=181.63, p<.01$)，操作方法×タスクの交互作用($F(1,9)=71.14, p<.01$)が見られた（図 2）．下位検

定の結果，全ての組み合わせにおいて有意差が認められた(p<.05).

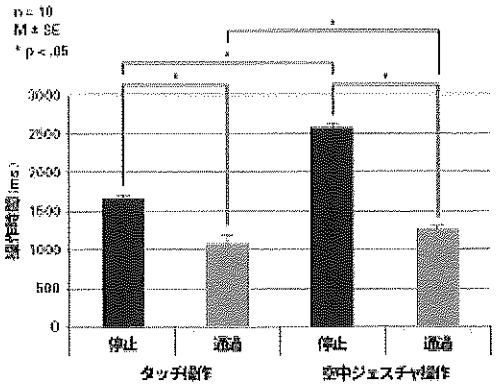


図 2 操作時間(ms)

各条件でタスク困難度と操作時間の相関から求めた回帰式 MT = a + b × ID を表 2 に示す.

表 1 操作時間(sec)の回帰式

条件	回帰式	r^2
タッチ停止	MT = 0.42 + 0.38 × ID	0.86
タッチ通過	MT = -0.03 + 0.30 × ID	0.74
ジェスチャ停止	MT = 0.51 + 0.67 × ID	0.83
ジェスチャ通過	MT = 0.01 + 0.41 × ID	0.70

3.2 エラー率

同様の 2 元配置分散分析の結果，各条件でのエラー率(エラー試行数/全体試行数)には，操作方法による主効果($F(1,9)=8.56$, p<.05)と操作方法×タスクの交互作用($F(1,9)=19.02$, p<.01)が見られた(図 3). 下位検定の結果，各操作のタスク間，通過タスクの操作間に有意差(p<.05)が認められた.

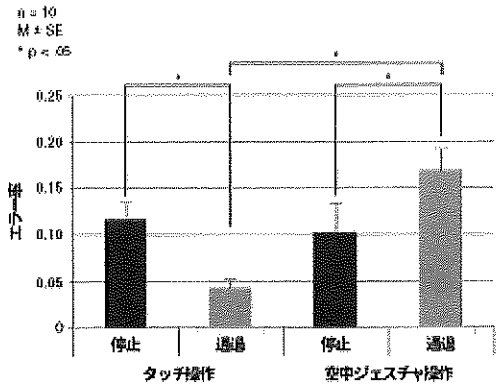


図 2 エラー率

4. 考察

4.1 先行研究での報告

空中ジェスチャ操作の停止タスクが も操作時間が長くなったのは，先行研究で多数報告された細かな制御の難しさが原因と考えられる．特にターゲット付近で手の位置を微調整することが難しかったと考えられ，エラー率が高いことも停止タスクでの操作の難しさを説明している.

4.2 タスクの影響

タッチ操作，空中ジェスチャ操作のどちらも停止タスクよりも通過タスクの操作時間が短くなった．通過タスクがユーザに求める巧緻性が低いことからタスクも簡単になったと考えられる．中でも空中ジェスチャ操作では，通過タスクの操作時間がタッチ操作の通過タスクと同等の短さとなった．細かな制御が必要のない通過タスクでは手の移動が気楽に行えるため，空中ジェスチャ操作が持つ本来の直感的な操作を実現できたとも言える．しかし一方で空中ジェスチャ操作の通過タスクは他の条件に比べエラー率が高い．求められる巧緻性が低く，手の動きが大胆になりやすかったため，ターゲットを選択する際にエラーが生じやすくなったと考えられる.

タスクに求められる巧緻性の違いによって，各インタフェースの操作性は異なった．それぞれのインタフェースの得手不得手を理解しながら，ユーザの操作状況に合わせた巧緻性の異なる操作を設計することで，タッチ操作と空中ジェスチャ操作を上手に切り替えることができるだろう.

5. 文献

1)Sambrooks L & Wilkinson B : Comparison of gestural, touch, and mouse interaction with Fitts' law, Proc OzCHI, 119-122, 2013.

2)Pino A et al : Using Kinect for 2D and 3D Pointing Tasks: Performance Evaluation, Proc HCI Int, v(4), 358-367, 2013.

3)Accot J & Zhai S : More than dotting the i's - Foundations for crossing-based interfaces, Proc CHI, 73-80, 2002.

4)Soukoreff RW & MacKenzie IS : Towards a standard for pointing device evaluation, perspectives on 27 years of Fitts' law research in HCI, Int J HumanComput Stud, v(61), 751 - 789 , 2004.

[連絡先]
中村隼大
千葉大学大学院工学研究科デザイン科学専攻人間情報科学研究室
〒263-8522　千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
e-mail : shuntanakamura@chiba-u.jp

2D2-3

ネット上で行われる協調作業時に表出されるリーダーシップ行動の認知プロセス

○服部知輝*，高橋雄三**
*広島市立大学情報科学部システム工学科，**広島市立大学大学院情報科学研究科

Cognitive Process for Expressed Leadership Behavior during Cooperative Work at Internet Environment

Kazuki HATTORI*, Yuzo TAKAHASHI**
*Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University,
**Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

1. はじめに

時間と課題は共有するものの空間を共有しない作業形態では，作業者間で作業遂行に必要な戦略を共有するだけでなく，適切な役割行動を各自が遂行し，加えて参加者の１人以上がチームのために積極的な奉仕的行動を選択する必要がある [1]．そこで，著者等はペルソナ手法を用いてあらかじめ役割を被験者に与え，空間を共有することができない作業環境下でどのように２者間で協調行動が誘発されるかを実験的に検討した．実験の結果，先行研究 [2]で定義した協調行動が選択できたグループでは作業成績は高くなる傾向が認められた．しかし，パフォーマンスが高いグループの作業行動を観察すると，ペルソナで役割を決めたにも関わらず，課題遂行に必要な役割がインフォーマルに交代する実験グループが複数観察された．そこで，本研究では，参加者のどちらか一方が表出するリーダーシップ行動の性質（支配型と奉仕型）とその認知プロセスに着目し，作業の遂行時間の延長や課題の難易度に応じた２者の間の作業行動と表出されるリーダーシップ行動との間の関係について定量的に検討することを目的とする．

2. 実験概要 [2]

2.1 実験参加者

実験参加者は 12 人の健康な大学生・大学院生（男性 6 名，女性 6 名，平均年齢 20.9±1.5 歳）とした．実験参加に際し，実験内容に関する事前説明を行い，書面によるインフォームドコンセントを確立した上で実験を開始した．

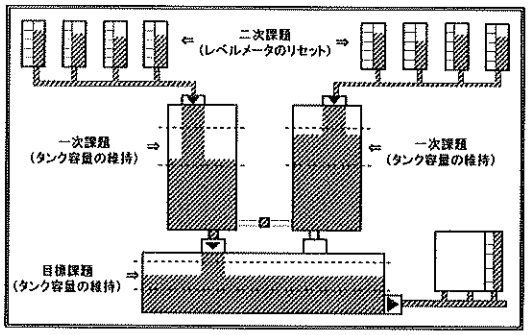
2.2 実験課題

図１には実験で用いた燃料管理操作画面を模した課題画面の概略図（図１(a)）を示す．実験では，図１(b)の下部にある熱処理タンクの液量を参加者２名が協調して適正範囲内に調整する課題を目標課題，図１(b)の画面中央部に配置した２基の原料混合タンク（左が上司ペルソナの操作対象，右が部下ペルソナの操作対象）の液量が適正範囲内になるように２者が協調して原料供給管，原料移動バルブ，混合燃料移送管の開閉を行う課題を一次課題とした．また，図１(a)の上段には各参加者が操作するレベルメータが４個ずつ配置されており，レベルメータが赤に変化した時に所定のボタンを押してリセットする課題を二次課題とした．加えて，各自のレベルメータもリセットできるようにし，相手の状態に応じてリセットできるアシスト行動も計測できるようにした．各レベルメータの稼働状態に応じて原料供給管より流し込まれる液量が変化するよう設定した．リセットのための制限時間は 30 秒とし，制限時間が過ぎると自動的に回復するように設定した．

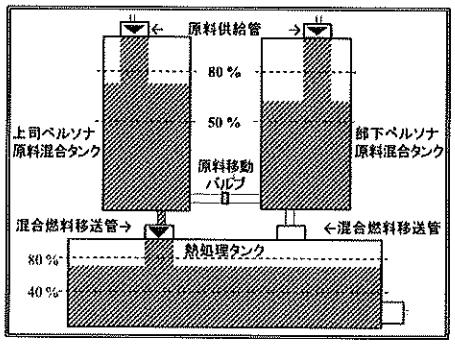
2.3 実験手順

課題は協調行動の発現と維持を促進するため，課題の難易度を低い条件（易１：30 分），続いて，難易度が高い条件（難：30 分），最後に課題の難易度が低い条件（易２：30 分）を連続して行わせた．一次課題の難易度は原料供給管と混合燃料移送管の供給停止で決定した．難易度が低い条件では原料供給管は 60 秒に 1 回停止し，混合燃料移送管はどちらか一方が 3 分に 1 回停止した．難易度が高い条件では，原料供給管は 30 秒に 1 回停止し，混合燃料移送管はどちらか一方が 2 分間に 1 回停止した．停止タイミングは実験ごとに変化させた．

各参加者は実験に２日間参加した．実験日毎に与えられるペルソナ（上司と部下）を交代させた．



(a) 課題画面の概略図



(b) 一次課題と目標課題

図 1 実験課題

3. 結果

3.1 ペルソナに対する各被験者の行動選択

リーダーシップ行動を積極的に選択した参加者が提示されたペルソナ上司であった実験群は4グループであった（以降，ペルソナ群）．一方，与えられたペルソナが部下であるにもかかわらず積極的にリーダーシップ行動を選択した実験群は4グループであった（以降，ペルソナ交代群）．さらに先行研究[2]での協調群の内4グループがペルソナ群，非協調群の内4グループがペルソナ交代群に分類されていた．以降，両グループを対象に行った分析結果を示す．

3.2 作業パフォーマンス

図2にはグループごとにみた一次課題のエラー率を示す．グループと難易度を要因とする二元配置分散分析の結果，ペルソナ群では作業の難易度の要因で有意の主効果が認められた（$F(2,22)=7.71, p<0.01$）．次に，目標課題の熱処理タンクの容量の推移に対して，一次課題と同様に二元配置分散分析をおこなった結果，グループと難易度の両要因で有意の主効果が認められた（グループ：$F(1,11)=11.15, p<0.01$，難易度：$F(2,22)=25.42, p<0.001$）．一方，リセット課題の成功率・アシスト率は与えられたペルソナに関係なくリーダーシップ行動を選択した参加者で高くなる傾向を示したものの，有意の主効果は認められなかった．

3.3 リーダーシップ行動

リーダーシップ行動の表出として原料移動バルブ・混合燃料移送管の開閉操作は重要な役割を示す．図3にはグループごとにみた原料移動バルブの操作率を示す．グループと難易度を要因とする二元配置分散分析の結果，両グループともに難易度の要因で有意の主効果が認められた（ペルソナ群：$F(2,22)=31.95, p<0.001$，ペルソナ交代群：$F(2,22)=4.49, p<0.01$）．一方，混合燃料移送管の操作率ではペルソナ交代群で難易度の主効果が認められた（$F(2,22)=7.03, p<0.01$）．最後に，図4にはグループごとにみたリーダーシップ行動の生起率を示す．二元配置分散分析の結果，両グループともに難易度の要因で有意の主効果が認められた（ペルソナ群：$F(2,22)=12.67, p<0.01$，ペルソナ交代群：$F(2,22)=21.14, p<0.001$）．

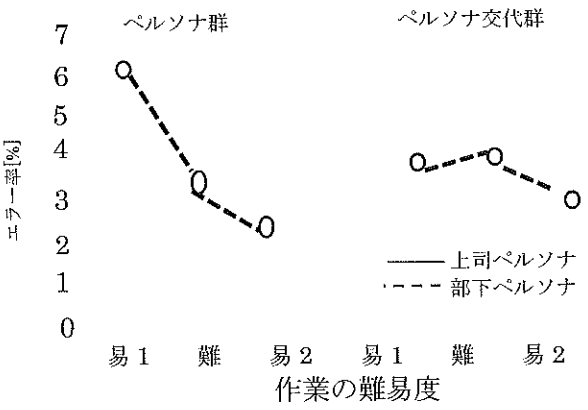


図2 一次課題のエラー率

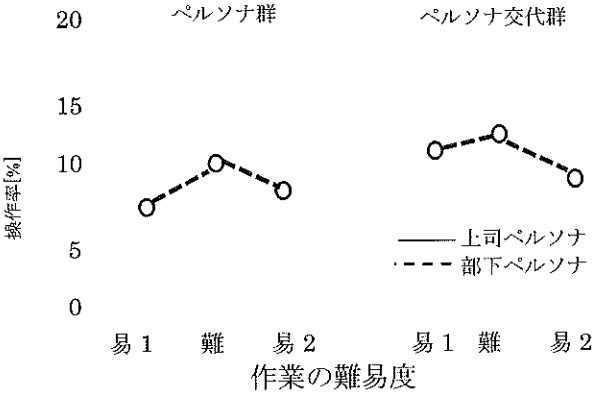


図3 原料移動バルブの操作率

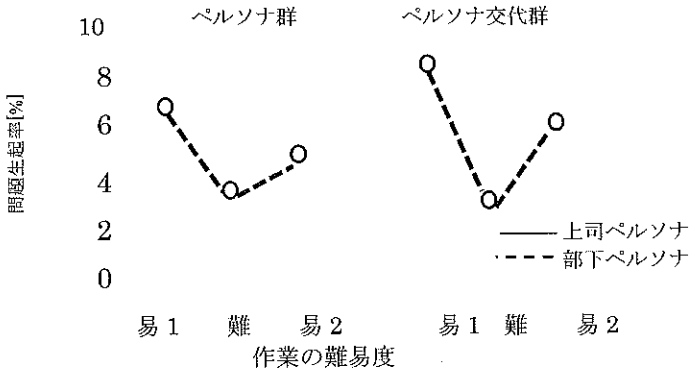


図4 リーダーシップ行動の生起率

4. まとめ

ペルソナ群では実験開始後 30 分間で一次課題のエラー率は低減し(図2)，課題の難易度が高いときに原料移動バルブを多用していた(図4)．また同時間帯で上司のペルソナが与えられたリーダーによるリーダーシップ行動の生起率が高くなっていたことから実験開始後の 30 分間にリーダーの役割を担う者が積極的にリーダーシップ行動を選択し，相手がそれを認知・承認し，さらに戦略を共有する過程を一定期間経ることが安定した役割構造を維持する上で重要である可能性が示唆された．

5. 文献

1) 松田昌史・山岸俊男：信頼と協力－依存度選択型囚人のジレンマを用いた実験研究－，心理学研究，72(5)，pp. 413-421，2001.

2) 高橋雄三，錦織さなえ：システムからの操作要求に対応する2者間で発現する協調行動の定量的評価，人間工学，vol.52(特別号)，pp.278-281，2016.

[連絡先]
はっとり かずき
e-mail：k-hattori@hfce.info.hiroshima-cu.ac.jp

2D2-4

生体センサを用いた長時間運転ドライバーの疲労評価

○三箇直宏*，高田一**，松浦慶総**
*横浜国立大学大学院工学府，**横浜国立大学大学院工学研究院

Fatigue evaluation of the long time driving driver using the biological sensor

Naohiro SANGA*, Hajime TAKADA**, Yoshifusa MATSUURA** *Graduate School of Engineering Yokohama National University, **Faculty of Engineering Yokohama National University

1. はじめに

日本における交通事故発生件数は，ここ数年減少を続けている．一方で交通事故死亡者数は，平成 12 年以降減少していたものの，平成 27 年に増加に転じている [1]．ここで平成 26 年度の法令違反別死亡事故件数を見ると，漫然運転が全体 1 位の 17.9%を占めている [2]．漫然運転の原因の 1 つとして長時間運転による疲労が挙げられ，居眠りや集中力の低下につながると考えられている．そこでドライバーの疲労を前もって検知し，注意喚起を促すシステムの開発のために，これまでにも生体情報からドライバーの疲労を評価する研究は盛んに行われてきた．しかし，大がかりな測定装置を必要としたり，1 つの情報からしか疲労の評価を行っていないがために，確固たる結果が出ないという問題点があった．そこで本研究では，小型な生体センサを用いて複数の生体情報を取得して，眠気や集中力の低下具合を検知し，長時間運転ドライバーの疲労評価を行うことを目的とする．

2. 実験

2.1 実験方法

実験システムの概略図を図 1 に示す．本研究では，ドライビングシミュレータを用いて片側 3 車線で全長 20km の高速道路を模擬したコースを作成した．コース映像は被験者を囲むように設置された 3 台のディスプレイから映し出される．被験者には作成したコースを 1 時間周回運転してもらった．1 時間運転してもらう前には，5 分間の安静時間を設けた．被験者は健常男性 5 名(年齢：22.6±0.49 歳)に依頼した．

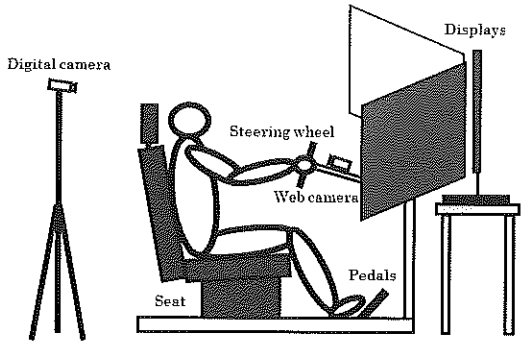


図 1 実験システムの概要図

2.2 測定項目

東芝(株)の貼り付け型ウェアラブル生体センサ Silmee Bar type を用いて，各種生体情報の計測を行った．Silmee Bar type は人体の胸部にゲルパッドで貼り付けることで，心電位，脈波，体動，皮膚温の同時計測を行うことができる．また，デジテックス研究所(株)の脳波計を用いて前部前頭葉の左右 2 箇所の脳波測定を行い，Web カメラとデジタルカメラを用いて被験者の顔画像と全身の撮影をそれぞれ行った．さらに 10 分毎に官能評価として疲労に関する 8 項目のアンケートを口頭により実施した．

3. 実験結果及び考察

3.1 RRV

実験で取得した心電図から RRV を算出し，自律神経活動の評価を行った．RRVa は RRI の a 拍毎の分散値であり，一般的に覚醒度が低下すると RRVa は上昇すると言われている．RRVa の算出式は以下の通りである．

$$RRVa = \frac{\sum(RRI_i - \sum RRI_i/a)^2}{a} \quad i = 1 \sim a \qquad (1)$$

i はデータ番号で，aは任意の値である．ここで，被験者 1 名の RRV9 を求め，安静時間の値で正規化した結果を図 2 に示す．

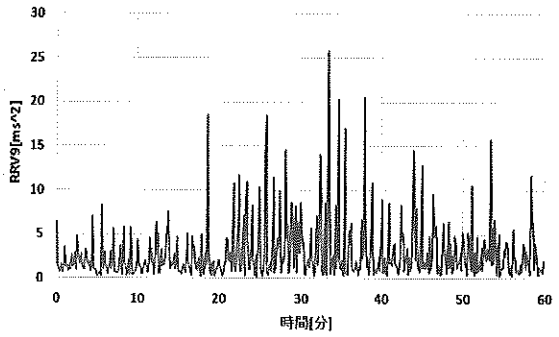


図 2 RRV9

図 2 を見ると，RRV9 は実験序盤では低い値を示し，ある時刻以降から高い値を示すようになる．この傾向は 5 名中 3 名に見られ，時間経過とともに運転へのモチベーションが低下し，集中力が低下していることがわかる．

3.2 脈波筋疲労曲線 [3]

実験で取得した脈波データより脈波筋疲労度を算出した．算出方法は以下の通りである．まず脈波の時系列信号から極大値と極小値を求め，5 秒毎に切り

分ける．極大値と極小値のそれぞれの平均値の差の二乗をパワー値とする．このパワー値を 5 秒毎にプロットし，パワー値の 時系列波形を作成する．この時系列波形を 180 秒の時間幅で最小二乗法を用いてパワー値の傾きを求める．開始位置を 20 秒ずらして同様の計算を時間幅 180 秒で計算してプロットする．この計算を順次繰り返し，パワー値の傾き時系列波形を作る．そして傾き時系列波形を絶対値処理し，20 秒間の積分値を脈波疲労度として順次プロットしていき，脈波筋疲労曲線を描く．上記の手順で求めた脈波筋疲労曲線の結果を図 3 に示す．また，筋疲労と関連があると考えられる官能評価「身体のだるさ」の結果を図 4 に示す．2 つのグラフを見比べるとグラフの概形が似ていることがわかり，特に実験終了時の 5 人の被験者における個々人の相対的な値は，ほぼ一致している．

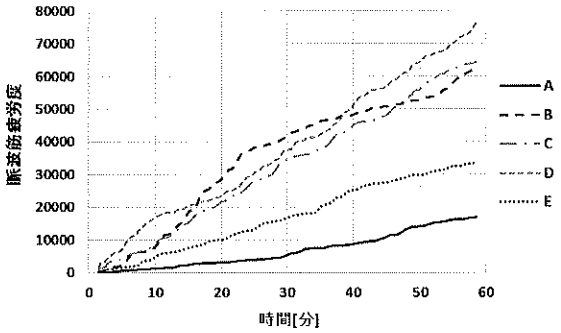


図 3 脈波筋疲労曲線

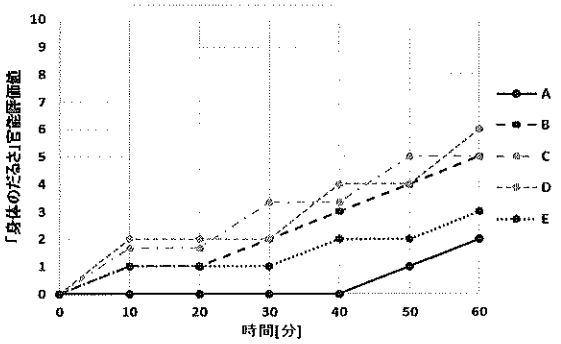


図 4 官能評価「身体のだるさ」

3.3 胸部皮膚温

図 5 に被験者 1 名の胸部皮膚温と官能評価「眠気」の結果を示す．どちらの値も実験前半に増加し，後半に行くにつれ一定値に落ち着く傾向が読み取れる．

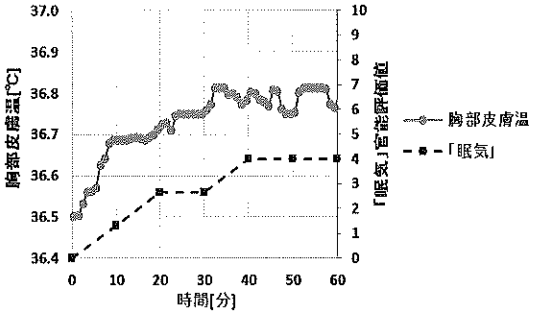


図 5 胸部皮膚温と官能評価「眠気」

ここで，2 つの結果の相互相関から時間遅れと相関係数をそれぞれ求めた結果を表 1 に示す．これを見ると，全ての被験者が時間遅れの項目でマイナスの値を示している．このことから，皮膚温が変化した後に眠気に変化が生じることがわかる．また，5 名中 4 名が胸部皮膚温に変化が生じてから 8 分もしくは 9 分後に眠気が生じている．さらに，相関係数を見ると 5 名中 4 名が 0.8 以上の高い相関を示している．今回の実験では全ての被験者が時間経過とともに眠気の増加を訴えていて，胸部皮膚温も増加傾向にある．これは，体の深部体温を下げるために体表面から熱を逃がしている結果だと考えられる．

表 1 胸部皮膚温と官能評価「眠気」の時間遅れと相関係数

被験者	時間遅れ[分]	相関係数[−]
A	−1	0.93
B	−9	0.83
C	−9	0.65
D	−8	0.96
E	−8	0.85
平均	−7.0	0.84

4. 謝辞

本研究を進めるにあたり，ご協力いただきました損害保険ジャパン日本興亜株式会社の関係諸氏に心より感謝申し上げます．

5. 参考文献

1) 警察庁交通局：「平成 27 年中の交通事故死者数について」, p1, 2016

2) 警察庁交通局：「平成 26 年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取締り状況について」, p23, 2015

3) 藤田悦則 他：「指尖容積脈波情報を用いた長時間着座疲労の簡易評価法の開発」, 人間工学, Vol.40, No.5, p254-p263, 2004

[連絡先]
三箇 直宏
email：sanga-naohiro-tg@ynu.jp

2016年度
一般社団法人　日本人間工学会関東支部
第22回卒業研究発表会　講演集

Proceedings of the 22nd Graduation Thesis Presentation,
Kanto Branch, Japan Ergonomics Society



会　期　　2016年12月3日(土)・4日(日)
会　場　　高崎経済大学
大会長　　久宗　周二

卒業研究発表会

12 月 3 日 （土）

10:40～11:40

A 会場　卒業研究発表会 1
B 会場　卒業研究発表会 2
C 会場　卒業研究発表会 3

16:35～17:35

A 会場　卒業研究発表会 4
B 会場　卒業研究発表会 5
C 会場　卒業研究発表会 6
D 会場　卒業研究発表会 7
E 会場　卒業研究発表会 8

12 月 4 日 （日）

10:00～11:00

A 会場　卒業研究発表会 9
B 会場　卒業研究発表会 10
C 会場　卒業研究発表会 11
D 会場　卒業研究発表会 12

1a2-1

自動車運転時覚醒低下回復のための有効刺激に関する研究

○鈴木雄輝*, 三林洋介*
*東京都立産業技術高専

Study on the stimulus for the driver of the arousal level lowering recovery

Yuki Suzuki*, Yousuke Sanbayashi*
* Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

1. はじめに

高速道路本線では年間2万件以上の事故が発生している。そのほぼ半数が前方不注視による事故であり、死亡事故の4割も占めている。前方不注視の原因の多くは居眠り運転と、重大事故につながる排除すべき課題といえる。そこで本研究では高速道路走行時の覚醒低下を防止、また回復するための青色光刺激について探求する。

居眠り運転のメカニズムは、単調作業の繰り返しにより、脳への刺激が減少し、覚醒レベルが低下することで眠くなる。高速道路の運転は単調感を誘発させて感覚器官からの神経情報が減少、覚醒レベルを支配している脳幹網様体への刺激が低下する。

人の自律神経は、交感神経（LF）と副交感神経（HF）に分類される。LFは体が活動する時に活発化する神経で、HFは体を休める時に活発化する神経である。それゆえ覚醒レベルはLFとHFの活動により変化する。LFが優位にあるときは覚醒レベルが高く、HFが優位にあるときは覚醒レベルが低くなる。覚醒レベル上昇に有効な刺激の一つに毛様体の刺激がある。昨今、こうした生体信号摘出により、覚醒低下を予見し、ドライバーへ刺激を与えることで低下を抑止する仕組みの開発が盛んに行なわれている。冷風の放出やシートのバイブレーション刺激による装置は市販されている。

C.martyn Beavenらは青色光刺激にコーヒーよりも覚醒レベルを上昇させる効果があると報告している。そこで本研究は自動車運転時の自律神経活動推移を計測、解析するとともに、覚醒低下回
復のために青色光刺激の有効性について検討した。

2. 実験方法

ドライビングシミュレーターを用い、単調走行を課して、覚醒レベルを変化させ、青色光刺激を与えるなど前後の自律神経活動を計測システム（コノコ医療電子(株)製）を用いて測定、解析した。

走行路は1周約30km、3車線の見通しの良い周回路を使用。30分間周回することで単調走行環境による覚醒レベル低下を誘発させた。被験者は普通自動車運転免許を所有する心身ともに健康な学生5名とし、走行車線を時速100ｋｍの定速で走
行するように指示した。

①青色光刺激の検討と制作

走行中は前方視界が青色光刺激によって妨げられてはならないことに考慮し、フロントガラスのフレームにLEDを配置することにした。写真1は制作したLED点灯装置を使用したドライビングシミュレーターである。

②刺激提示方法

刺激提示は5分間隔に30秒間青色LEDを発光させるものとした。

③作業タスク

ドライバーの運転中のパフォーマンスについて走行中の速度データおよび走行路データを測定した。さらにはドライバーの主観的覚醒変化を調べるため、走行中5分間隔にて自身の眠気を10段階
で回答してもらった。



図1. 実験風景

3. 実験結果と考察

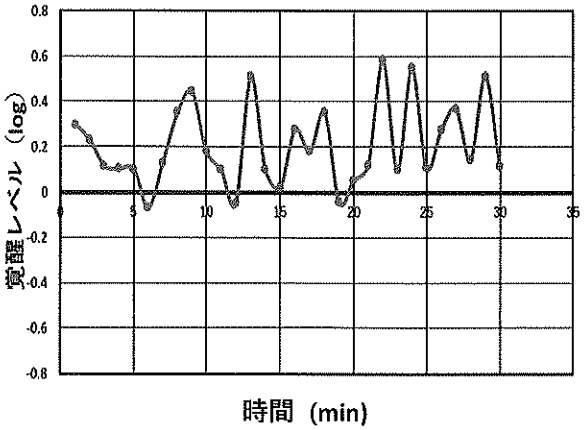


図2 運転中の覚醒推移の一例
(被験者 A(青色光刺激非提示))

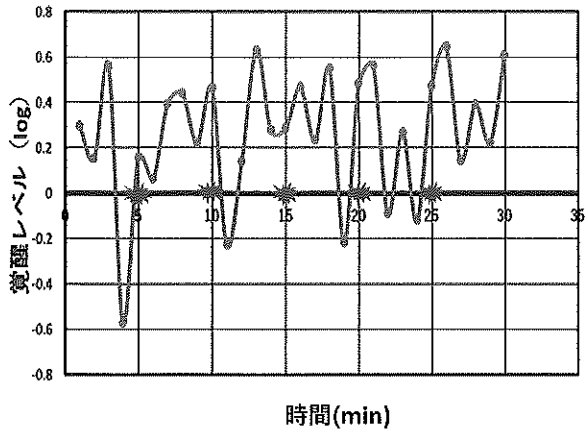


図 3 運転中の覚醒推移の一例
(被験者 A(青色光刺激提示))

自律神経計測システムを通して得られた HF/LF 成分を覚醒レベルとして 1 分間隔に算出し、光刺激の有無条件と共に時系列表示して検討を行った。
その一例を図 1,図 2 に示した。図 1 に対して図 2 はその変動が激しい。これは刺激を受容し活性化した交感神経を抑制させるため副交感神経が活性化することで変動幅が増加したことによるものだと考察できる。

運転中の速度データは 5 分間隔の平均を速度としてその一例を図 4 に示した。

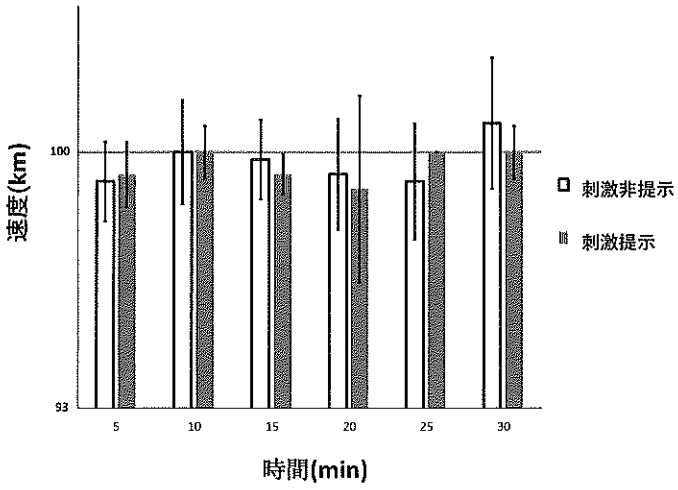
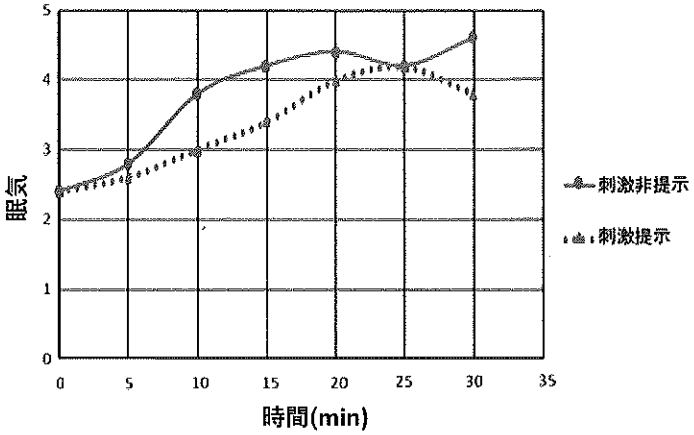


図 4 速度平均の一例(被験者 A)

青色光刺激提示条件下では速度が運転開始 15,20 分を除く全ての時間で指示速度とした 100km/h により近く、速度分布も小さい結果となった。速度分布のみを比較すると 20 分を除く全てにおいて分布が小さい。青色光刺激が単調走行環境下において指示速度に近い速度で且つ速度を一定に保持させるために有効に機能した可能性もある。また刺激非提示条件下では車線逸脱が 3 回認められたが刺激提示条件下では認められなかった。走行中に回答してもらった被験者自身の眠気の平均を 10 段階の指標をもとに青色光刺激の有無で比較し図 5 に示した。



刺激非提示群と比較して刺激提示群は、運転開始 25 分の測定結果を除く全時刻帯において刺激非提示時よりも眠気が下回る結果となった。主観的観点から青色光刺激がドライバーの単調感抑止にポジティブに影響し、眠気軽減に一定の効果をもたらしていることが考察できる。また、実験終了後のアンケート結果から走行中の居眠りは刺激非提示条件下で 6 回認められたものの刺激提示条件下
では認められなかった。

4. まとめ

青色 LED による光刺激が自律神経にポジィティブに影響して、運転パフォーマンス維持に貢献出来る可能性を実験から明らかとした。また、運転環境に支障なく光刺激の提示システムを発案、試行することが出来た。光刺激提示の基礎研究を進める一方で自動車運転環境下における更なる応用研究が望まれる。

5.参考文献

(1) 加藤象二郎，大久保堯夫，他 初学者のための生体機能の測り方 日本出版サービス（2010）
(2) 公益財団法人高速道路調査会 HP 研究発表資料 高速道路での居眠り運転防止に向けた効果的な対策に関する調査研究
(3) A Comparison of Blue Light and Caffeine Effects on Cognitive Function and Alertness in Humans
http://journals.plos.org/plosone

[連絡先]
東京都立産業技術高等専門学校医療福祉工学コース
三林研究室
〒116-0003 東京都荒川区南千住 8-17-1
e-mail :sanba@acp-metro-cit.ac

1a2-2

CM 音楽による人の時間認識の差異

○高再宇, 山口正二, 勝又洋子東京電機大学大学院

The Influence of Advertising Music on Human Time Cognition

Gao Zaiyu, Katsumata Yoko, Yamaguchi Shoji
Graduate School of Tokyo Denki University

1. はじめに

これまで, 広告はネット画像, ポスター, 雑誌の写真などといった静止画像のみを使うのが主流であった。しかし, 科学技術の発展により, 広告は画像と文字だけではなく, 映像の使用が重要となっている。また, インターネットの発展により, ネット動画が普及するようになり, 企業は積極的にインターネットでビデオ広告を提供している。現在, 多数のビデオサイトで, ビデオ放送を開始する前にビデオ広告を放送する。各ビデオサイトの広告内容や時間, 放送方式などは違う。動画は映像と音楽の組み合わせであり, 映像の内容と音楽の内容は全て視聴者に影響を与える。そのため, 広告にとって, 音楽と映像を組み合わせる事がますます大切になっている。

2. 研究目的

視聴者にとって, 広告の宣伝効果は大切な事である。しかし, 広告がいつ入るか, 広告の長さ, 広告内容の混乱などから, しばしば宣伝効果が逆効果になる場合がある。それを解決するには広告の長さと入るタイミングを最適化することが必要である。現在, Google などの大手企業はビッグデータに基づいて, 個人情報を集め, 視聴者が興味を持っている広告内容を選択できる。これにより, 広告の長さとタイミングの最適化により, 広告企業は大きな利益を得ることができ, マイナスの効果を低くすることができる。

本研究は, 若者が何に興味を持っているのかを確認し, 広告ビデオの長さと音楽の組み合わせをアンケートで調査した。人間の時間認識の差異を探求し、最適な広告ビデオの長さを判明することを目的とした。

3. 研究方法

3.1 アンケート調査

3.1.1 音楽と映像のアンケート

2 つのアンケートをインターネットで実施した。1 つは,音楽について調査した。もう一方は,課外活動について調査した。

3.1.2 協力者

18-30 歳の人 478 名（男性 209 人,女性 269 人）であった。

3.2 調査内容

1 つの映像素材に対して異なるジャンルの 5 種類の音楽を合わせた広告映像を 5 つ作成した。それらを用いて, 音楽と映像の印象評価について, SD 法を使用したアンケート調査を行った。また, それに加え, 広告映像についてアンケート調査を行った。

4. 実験

4.1 実験の準備

静かな空間で実験を行った。部屋に机を用意し, ノートパソコンを使って広告映像を実験協力者に視聴してもらった。使用した音楽（表 1）,機器（表 2）,ソフト（表 3）などを以下の表に示す。

表 1. 使用した音楽

ジャンル	楽曲名	演奏者・歌手
POP	Floating	Tobu
ロック	Hope	Tobu
Electronic	Sunburst	Tobu
軽音楽	Hope	Tobu
クラシック	G 線上のアリア	バッハ

表 2. 使用した機器

機器名	社名	型番
カメラ	キヤノン	5D3
ビデオカメラ	GoPro	HERO4
ステディカム	DJI	Ronin M

表 3. 使用したソフト名

ソフト名	社名
Premiere	Adobe
Davinciresolve12	Blackmagicdesign

形容詞対の採用は,映像においては川崎(2002)の,音楽においては下村(1995)を参考とし形容詞対を選択した。

4.2 実験の協力者

20-22 歳の大学生を 15 人(男性 13 名,女性 2 名、平均年齢 21.1 歳）であった。

4.3 実験手順

実験協力者に映像と音楽の総合的な印象評価を行ってもらった。5 つの映像作品をそれぞれ 1 分間視聴してもらい,映像と音楽から受ける印象を評価してもらった。

5. 実験の分析

5.1 アンケートの分析

使用した形容語対を表 4 に示す。アンケートの結果を図 1 に示す。

表 4. 音楽についての形容語対項目

Q1	鮮やかな/ぼけた	Q7	穏やかな/騒々しい
Q2	力強い/弱々しい	Q8	リラックスする/緊張する
Q3	派手な/地味な	Q9	快/不快
Q4	きれいな/汚い	Q10	目がさえる/眠くなる
Q5	さわやかな/重々しい	Q11	心地よい/心地悪い
Q6	豊かな/貧弱な	Q12	気持ちがいい/気持ちが悪い

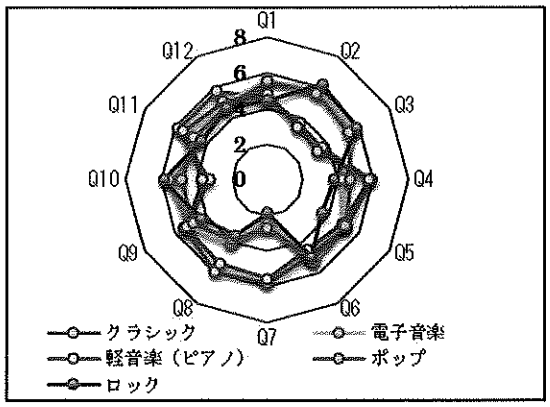


図 1. 音楽アンケート結果

5.2 主成分分析

音楽に関する形容語対 12 対，映像に関する形容語対 14 対，合計形容詞対 26 対を用いた。5 つの広告ビデオにおいて，また,それぞれ第 3 主成分で累積寄与率が 7 割近くを示したことから，第 3 主成分までを分析した.

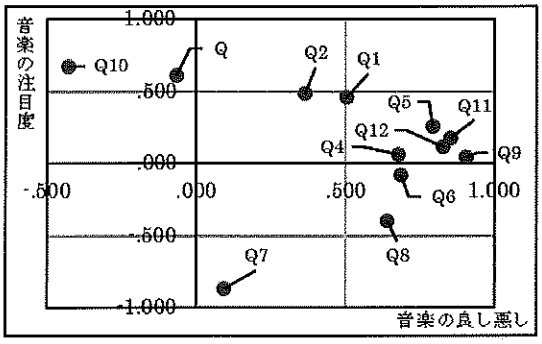


図 2. ポップ音楽映像の組み合わせ分布図サンプル

6. 結論

研究 1 の結果,広告映像と音楽との関係を見ると,ポップと電子音楽が 85%となり,印象評価が高かった。それゆえ,ポップと電子音楽が若者に人気があると分かった。SD 法による形容詞対を用いたアンケート結果を見ると「目がさえる」「力強い」の形容詞がポジティブな印象を与えることが分かった。ビデオと音楽のテンポが一致して臨場感が高く,広告の BPM90 ぐらいで人に深く印象を与える。

7.展望

7.1 研究方法

本研究を踏まえ,2 つの映像素材に対して異なるジャンルの 2 種類の音楽を合わせると映像のみ広告を 6 つ作成し、それらを用いて,広告映像の印象評価について,SD 法を使用したアンケート調査を行う。また,それに加え,時間認識についてアンケート調査を行う。

7.2 広告効果のアンケート

2 つのアンケートをインターネットで実施。1 つは,広告ビデオの長さについて調査する。もう一方は,広告ビデオの効果について調査する。

本研究の結果に基づいて,研究用広告の 2 つの音楽テーマを確定する。ポップとクラシックと音楽なしの 3 つと、2 つのビデオテーマである「イベント」と「自然風景」の計 6 つのビデオを作る予定である。ビデオの長さは本研究のアンケートの結果の統計から確定するものとする。

8.参考文献

1)松井 琴世,河合 淳子,澤村 貫太,小原 依子,松本 和雄: 音楽刺激による生体反応に関する生理・心理学的研究，臨床教育心理学研究,2003,3 Vol.29 No.1

2)金 多賢，北島 宗雄，李 昇姫: 映像に対する嗜好と感情反応・印象評価の関係,日本感性工学会論文誌 Vol.13 No.1（特集号） pp.181-189（2014）

3)風間 美佐子 椎塚 久雄: 感情を考慮した楽曲分析について,22nd Fuzzy System Symposium (Sapporo, Sept. 6-8, 2006)

4)阿部 いくみ : 広告音楽研究の経緯と展望,応用社会学研究 2006 № 48 139

[連絡先]

高 再宇

e-mail : dr3364895@gmail.com

1a2-3

音楽と照明が人の空間評価に与える影響の研究

○小山祥樹，小林幸誠，下村海，勝又洋子　東京電機大学
A Study of Influence of Lighting and Music on Spatial Impression
Yoshiki OYAMA, Yukimasa KOBAYASHI, Kai SHIMOMURA, Yoko KATSUMATA
Tokyo Denki University,

1. はじめに

近年、音響機器やＬＥＤ照明などの発達により,個人や小店舗でも手軽にプライベート空間の演出を行えるようになった.特に商業空間である店舗では，バックグラウンドミュージック(以降 ＢＧＭと表記する)が空間に大きな影響を与えていると考えられる.

しかし,一部の商業空間である店舗では有線放送等を使用して音楽を流す場合があり,ＢＧＭと光色の関係性から発生し得る店舗の印象を考慮していないと思われる.音楽と照明が空間にもたらす影響は,店舗空間においては軽視できないことから,照明とＢＧＭが空間に与える影響について調査した.

2. 研究目的

本研究では、音楽と光色を組み合わせた疑似空間で実験を行い,アンケートで得られた結果を用いて，音楽と照明が作る空間を人間がどのように感じるのかを調査する.その中で,印象評価への影響が音楽と光色の両極の影響度を解明することを目的とする.

3. 研究方法

異なったジャンルの５種類の音楽(表１参照)と３色の照明(表２参照)の組み合わせを合計 15 通り用意し,各組合せについての印象評価を得るため７件法を使用したアンケート調査を行った.その際同時に血圧と脈拍の測定を行った.

4. 実験

4.1 実験準備

仕切りで区切った 187×249cm の疑似空間を作成し（図 1 参照)、部屋に机を用意した。使用した機器は表 3 を参照。使用する音楽はリズムやメロディ、楽器に特徴のある 5 曲を選出した。音楽の再生は疑似空間の外から実験者の 1 人が機器を操作して行った.

表 1 使用した音楽の種類

ジャンル	楽曲名	演奏者・歌手
J-POP	secret base～君がくれたもの～	ZONE
演歌	津軽海峡冬景色	石川さゆり
米ロック	Rebel Rebel	デビッド・ボウイ
英ロック	Jail House Rock	エルヴィス・プレスリー
ジャス	In The Mood	ジョー・ガーランド

表 2 使用した照明の種類

光色	社名	定格消費電力	口金サイズ
白熱球	旭光電機工業株式会社	40W	E26
青	旭光電機工業株式会社	40W	E26
赤	旭光電機工業株式会社	40W	E26

表 3 実験に使用した機器

機器名	社名	型名
上腕式血圧計	オムロンヘルスケア株式会社	HEM-7250-IT
システムコンポ	KENWOOD	RD-C414
クリップライト	松下電工株式会社	SB629B
スタンドライト	IKEA, Fillsta	TYP B0808
ipad	Apple	MC706J/A

4.2 実験参加者

21~23 歳の大学生,男 10 名.

4.3 実験風景

図 1 は実験の様子である.

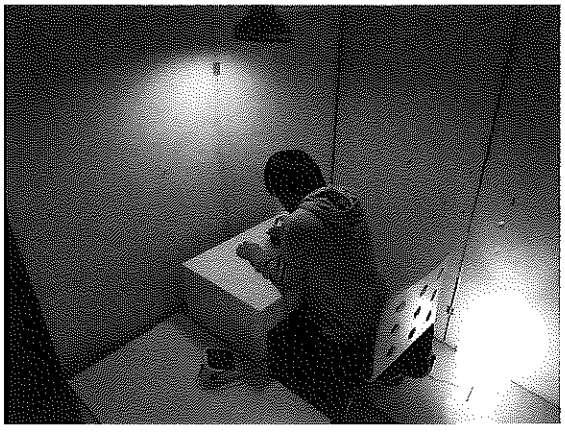


図 1 実験風景

4.4 実験手順

実験参加者に、光色と音楽の総合的な印象評価を行ってもらうよう説明を行った。

その後、各曲目を 1 分 30 秒間聞いてもらい、7 件法のアンケートを用いて光色と音楽から受ける印象を評価してもらった.1 分 30 秒経過後音楽の再生を停止し,脈拍と血圧を計測した.それを 5 曲繰り返した.

5. 分析

5.1 7件法アンケートの分析

7件法で得ることのできた結果を用いて、主成分分析を行った。次の15項目が実際に主成分分析に用いた形容詞である.(図2)

図2 アンケート項目



次,この赤色照明と音楽「Jail House Rock」の組み合わせにおいて,第1主成分と第2主成分を軸として各形容詞の主成分得点の分布を図3に表した.

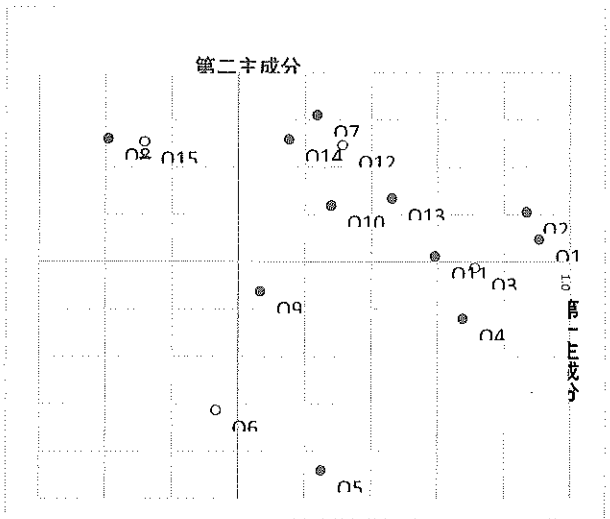


図3 赤色照明と音楽「Jail House Rock」の組み合わせ分布図

5.2 脈拍と血圧に対する分析

脈拍と血圧に対する分析については,現在分析途中である.

5.3 記述に対する分析

記述に対する分析については,現在分析途中である.

6. 分析と結果

「Jail House Rock」において,白色照明においてQ10「居心地の良い」の縦軸の値が最も高かった.青色照明ではQ1「好き」,Q10「居心地の良い」などが正の値に集まっているが,Q3「安らぐ」の値が負の方向に動いている.赤色照明では,Q9「目覚める」, が正の分布で高い値を示している.こちらも青色照明同様Q3「安らぐ」が負の値を示す結果となった.

7.考察

実験では,照明の切り替えは白,青,赤の順番で行い,「Jail House Rock」では,Q10の「居心地の良い」の値は縦軸の方向に正の値を示しているが、Q11「個性的」Q14「躍動的」の独自性に関わる項目の値が低いことから、白色照明は標準の色であると思われる。青色照明では、結果で挙げた項目で空間と音に関連するQ1「好き」,Q10「居心地が良い」の評価が正の値ではあったが、Q3「安らぐ」やQ9「目が覚める」の色に対する印象が負の値を示しており,青色照明は空間印象を不安に感じさせていると推察される.赤色照明は,第1主成分の方向にQ9「目が覚める」,Q10「居心地が良い」,などの項目が集中している。これは赤色照明の影響が強いことが考えられる.またQ11「個性的」の値も正の値を示していることから、「jail House Rock」に関しては,赤色照明との組み合わせで印象評価が高いと言える.

8.文献

1)松下進 よくわかる最新照明の基本と仕組み, 秀和システム,2008.

2)前田和樹 照明と BGM が空間に影響の研究東京電機大学 理工学部 情報システムデザイン学系 2014 年度卒業論文

3)木暮智也 音楽と照明が人の空間評価に与正田佳南江 える 影響 東京電機大学 理工学部 情報システムデザイン学系 2015 年度卒業論文

[連絡先]
小山 祥樹
e-mail : 13rd050@ms.dendai.ac.jp

1a2-4

かっこ良い女性キャラクターの色彩表現

○中野莉央，井嶋祐樹，勝又洋子東京電機大学

Color expression of a cool woman character

Rio NAKANO, Yuuki IZIMA, Yoko KATSUMATA

Tokyo Denki University

1. はじめに

日本での絵を用いた作品においての女性キャラクターデザインは作品、作者によって多種多様であるが、メインヒロインと呼べるキャラクターがアクセサリーとして眼鏡をかけている例が極端に少ない。これには眼鏡をかけた女性キャラクターの与える印象や魅力が関係していると思われる。　工学院大学の椎塚久雄は「キャラクターのかわいさとインタラクティビティについて」の研究で、シャノン・ウィーバーの通信モデルを適用し、キャラクターに関してクリエイターと受け手とのインタラクションを重要視しており、先行研究者もこれを注視していた。本稿ではこれを踏まえ、眼鏡をかけたかっこ良い女性キャラクターの表現について考える。

2.研究目的

本研究では、アンケートより得られた結果を使用し、ポーズと色どちらが知覚者がキャラクターの印象を位置づける際に大きく影響するかなどを調査し、眼鏡をかけた女性キャラクターの魅力を引き出す方法を解明し、実際にキャラクターをデザインすることを目的とする。

3. 実験方法・準備

同じポーズで色だけを変えた 2 枚 1 組の絵を 4 通り(図 1～4 参照)と、同じポーズで眼鏡の色だけを変えた 2 枚 1 組の絵を 2 通り(図 5,6 参照)の合計 6 通り用意し、各々の印象の違いを調査するため 7 件法を用いたアンケートを実施した。

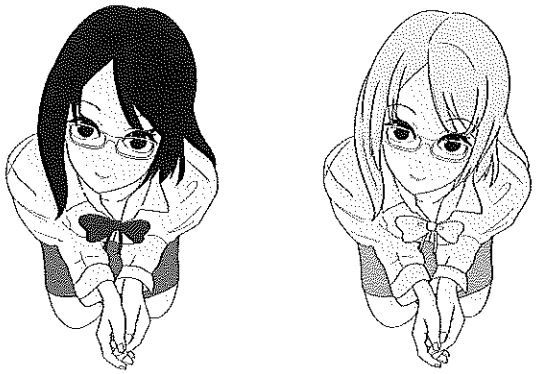


図 1,2.女性らしいポーズ

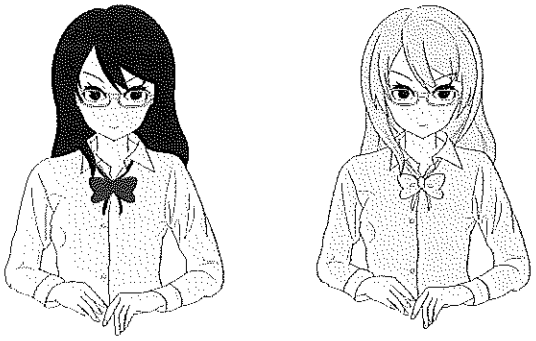


図 3,4.真面目なポーズ

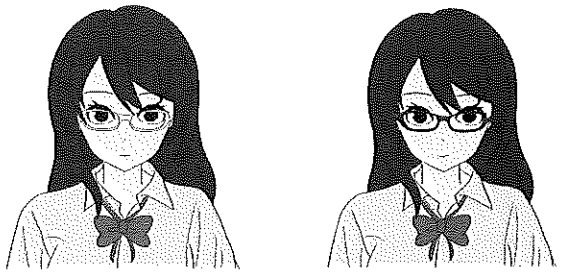


図 5,6.一般的な立ち絵

表 1.図 1～4 で使用した色(RGB 表記)

	図 1,3	図 2,4
眼鏡	238:238:226	255:255:255
髪	0:38:102	255:212:200
服	225:236:255	217:253:255
リボン	82:131:214	218:255:213
スカート	161:161:148	199:199:187

表 2.図 5,6 で使用した色(RGB 表記)

	図 5	図 6
眼鏡	255:255:255	255:0:0
髪	129:101:81	左と同一
服	238:238:226	
リボン	161:161:148	

表 3.図 1～6 で使用した色(RGB 表記)

瞳孔	255:255:255
虹彩	91:56:33
まつ毛の影	239:231:225
肌色	254:247:229

＜7 件法のアンケート項目＞

・厳しい　・優しい　・親しみやすい　・きれい

・きつい ・クール ・パッション ・明るい
・かっこ良い ・知的 ・好き ・静的
・動的 ・品のある

図 1,3 ではりりしい、真面目な印象を持つ紺色を中心とした N9-PB/DK-PB/Vp-BG/Dl-N7 を使用。
図 2,4 では温和な、優しい印象を持つさくら色を中心とした N9.5-R/Vp-B/Vp-G/Vp-N8 を使用。
図 5,6 は眼鏡に対する注目度の差から生じるキャラクター全体の印象の違いを調べるため、図 5 は目立ちづらい無彩色の白を眼鏡に使用、図 6 は有彩色の中でも誘目性が高い赤を眼鏡に使用。

4.分析

7 件法のアンケートの結果から、色とポーズの 2 つが知覚者に与える印象の大きさの差を調べるために以下の方法で分析をした。

① 図 1 と図 2、図 3 のそれぞれの平均値を出す。
② 図 1 と図 2 の平均値の差を出す。
③ 図 1 と図 3 の平均値の差を出す。
④ 図 1,2(同じポーズで違う色)と図 1,3(同じ色で違うポーズ)の平均値の差を比較する。
⑤ 平均値の差(影響力)が大きい方をチェックする。

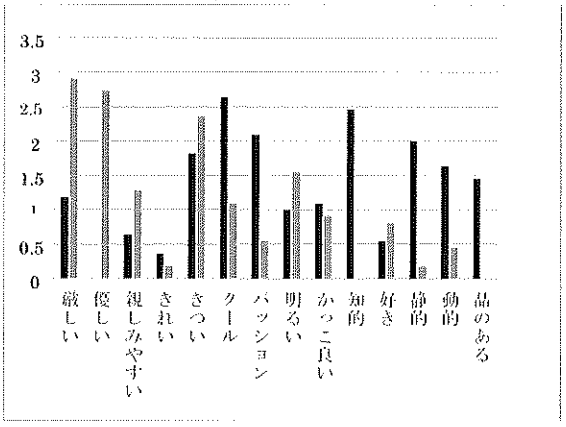


図 7.図 1,2 と図 1,3 の平均値

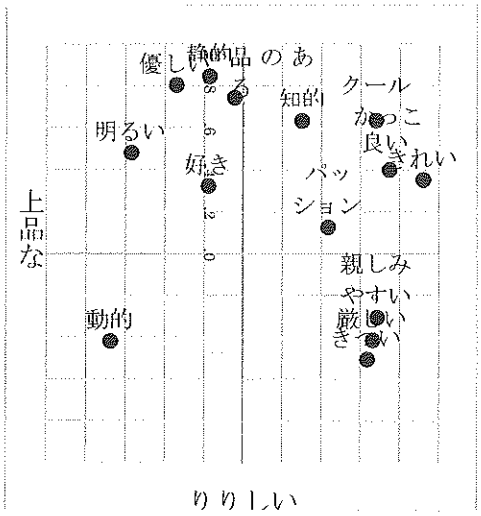


図 8.図 1 の主成分分析分布図

図 1 の色とポーズの組み合わせにおいて、第 3 主成分の段階で累積寄与率が 8 割近かったため、第 3 主成分分析までを分析した。

5.結果

図 1,2 と図 1,3 の組み合わせから色とポーズの影響力の差を調べると、14 項目中 8 項目が色、6 項目がポーズで、色の影響を大きく受けていた。 図 3,4 と図 1,4 の場合は、14 項目中 9 項目が色、1 項目がポーズ、他の 4 項目が同率で色の影響を大きく受けていた。

図 5,6 の結果を比較した結果、眼鏡に目立ちづらい無彩色の白を採用した図 5 は「厳しい」「きつい」といったネガティブな印象が大きかった。一方、眼鏡に有彩色の中でも誘目性が高い赤を使用した図 6 は「優しい」「親しみやすい」「明るい」といったポシティブな印象が大きかった。

6.考察

実験結果から、知覚者がキャラクターの印象を位置づける際に、ポーズより色の心理的効果の方を重視することが分かった。この結果を利用して、眼鏡を掛けたキャラクターでありながら、優しいや親しみやすいといった印象も持たせることができる。他にも、面積効果や同化効果などの色の視覚効果を利用することで、キャラクターの印象を自在にコントロールすることができると考えられる。

図 5,6 に関しては、先行研究では眼鏡はキャラクターに冷たいという悪い印象を付与してしまうものであるという結果が出たため、眼鏡に目立ちづらい無彩色の白を使用することで、この問題を払拭しようとした。しかし、結果は逆のものとなり、誘目性が高い赤の方が印象は良かった。この結果から、赤の持つ女性らしさが眼鏡に対する誘目性より大きな影響力を持っていたと推測されるため、今後は、赤だけではなく同じ純色の青や緑を使用した実験を行う必要があると考えている。

7.参考文献

1)山本怜：かっこ良い女性キャラクターの表現東京電機大学理工学部情報システムデザイン学系 2013 年度卒業論文
2)小林重順：カラーイメージスケール改訂版
3)南雲治嘉：色と配色がわかる本
4)西田正秋：顔の形の美しさ
5)長田克樹：イラストレーションアドバイス
6)松本英恵：見えやすさを決める配色の基本

[連絡先]
中野 莉央
e-mail：13rd157@ms.dendai.ac.jp

1b2-1

歩行補助機に用いるフレキシブルシャフトの繰返しねじり試験機の開発

○中原大吾*，田宮高信**，三林洋介**，冨田宏貴**，柴田芳幸**
*東京都立産業技術高等専門学校専攻科，**東京都立産業技術高等専門学校医療福祉工学コース

Development of Cyclic Torsion Testing Apparatus For Flexible Shafts Used in Walking Assist Machine

Daigo NAKAHARA*, Takanobu TAMIYA**, Yosuke SANBAYASI**,
Hirotaka TOMITA**, Yosiyuki SHIBATA**
*Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology, Advanced Course
** Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology, Medical and Welfare Engineering Course

1. 諸言

フレキシブルシャフトはコイル状の鋼線を複数層にわたって交互に巻き付けた構造を持ち，動力伝達方向を自由に変えることができる(図 1)．図 2 に示す歩行補助機は，リハビリテーションや高齢者の歩行補助を目的に開発されており，動力伝達にフレキシブルシャフトが用いられている [1]．その結果，モータ，電源および制御システムをバックパックへ移すことが可能となり，脚部密着型が実現され，着衣の下に装着することが可能となった．

歩行補助機の安全を図るため，動力伝達に用いるフレキシブルシャフトのねじれ特性や強度を明らかにすることは重要である．しかしながら，両方向の繰返しねじりについては研究事例が限られている．そこで本研究では，フレキシブルシャフトの機械的特性に及ぼす両方向の繰返しねじりの影響を定量的に評価するため，繰返しねじり試験機を開発した．試験機の概略および，実験により得られた結果を報告する．

2. 先行研究

著者らが実施した先行研究の結果を図 3 に示す [2]．先行研究ではフレキシブルシャフトが強い非線形のねじれ特性を示すことが明らかにされている．図中，負荷トルクおよび比ねじれ角の正の値は最外層線の巻方向を表している．フレキシブルシャフトは，ねじれ角が小さな範囲では側線間の接触が密ではなくトルクが十分に伝わらずにねじり剛性は小さくなる．ねじれ角が大きくなると側線間の接触が密となり変形が拘束されてねじり剛性が大きくなる．大和田は，これらを第一種剛性，第二種剛性と呼び，理論的に説明している [3]．田宮らは，使用履歴のあるシャフトのねじれ特性を測定し，使用履歴を有するシャフトでは第一種剛性範囲が延長されるなど，ねじれ特性が変化する結果を得た [2]．しかしながら，使用履歴によるねじれ特性の変化を定量的に評価するには至っていない．そこで繰返しねじりによるねじれ特性の変化を定量的に評価するため，繰返し試験機の開発を行った．

3. 繰返しねじり試験機の開発

開発した繰返しねじり試験機の概要を図 4 に示す．図のようにフレキシブルシャフトの一端をトルクセンサ，他端をモータに取り付けて，繰返しのねじりモーメントを加えながら入力トルクおよびねじれ角を測定する．

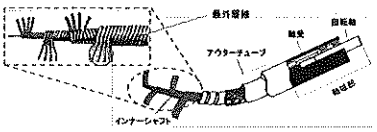


図 1　フレキシブルシャフトの構造

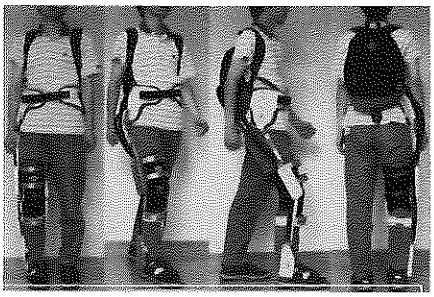


図 2 歩行補助機 [1]

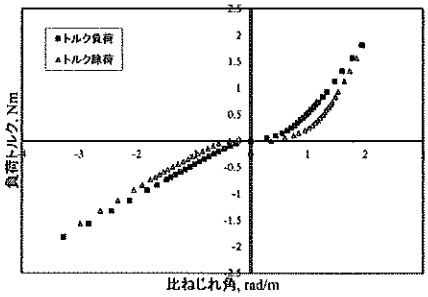


図 3 フレキシブルシャフトのねじれ特性 [2]

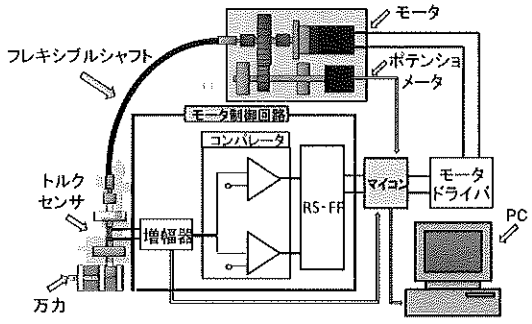


図 4 繰返しねじり試験機の概要図

モータの制御は，トルクセンサから得られる電圧

をコンパレータの設定値と比較し，その結果からRS-FF回路で正逆転の制御信号を生成しDSPマイコンを介して行う．DSPマイコンを介すことでモータの正逆転だけでなく，回転速度の制御が可能である．実験では一定回数の繰返しねじりを高速で加え，計測時には低速で回転させた．

計測は，モータの低速回転中に，ポテンショメータからねじれ角を，トルクセンサから負荷トルクをマイコンに読み込みUART通信によってPCに保存した．

4. 実験および結果

開発した試験機を用いてフレキシブルシャフトのねじれ特性を測定した．測定対象は，歩行補助機で用いた唱和発条製作所のフレキシブルシャフトCS-06F(直線配置時の許容トルク2.0Nm)である．

実験条件を表1に，測定結果を図5～7に示す．条件1に対応する図5より，繰返し数7×10^3回までに第一種剛性範囲が拡大するが，その後，ねじれ特性の変化は小さくなることが分かった．原因としてフレキシブルシャフトの側線の接触状態が初期には点接触であるため，大きな接触応力によって変形が生じ第一種剛性範囲が拡大したことが考えられる．変形が進んで面接触になると，接触応力が低下し，その後の変形は抑制されたと考えられる．図6に示す条件2では，図のように急激にねじれ特性の変化を生じ1.4×10^4回を超えた時点で破断した．また，破断の前に最外層の側線に乱れを生じ，コイル状に巻かれた側線が，数巻毎に大きく変形している様子が観察された．シャフトを曲げたことで，側線間の接触が密となったこと，その状態で最外層の巻きに緩みを生じる負の負荷トルクが作用したことによって，規則的なコイル形状を保てなくなり変形を生じ破断に至ったと推察される．この推察を検証するために実施したのが条件3である．ここでは最外層が緩む負の負荷トルクを1.6Nmに低下させた．その結果10^5回まで破断せずにトルクを繰返し負荷することができた．ねじれ特性の変化を図7に示す．詳細検討から以下の点が分かった．まず，2×10^4回程度までに第一種剛性範囲の拡大傾向が一時的に収束した．これは，条件1と類似の現象である．しかし，6×10^4回を超えると再び第一種剛性の範囲が拡大すると共に，第2種剛性の低下が確認された．10^5回繰返した後にシャフトを観察したところ，条件2と同様の変形が見られた．

5. 結言

フレキシブルシャフトのねじれ特性に対する繰返しねじりの影響評価を目的とし，繰返しねじり試験機の開発と実験を実施し，以下の結論を得た．

(1)開発した試験機を用いれば，任意の曲げ半径や入力トルクで繰返しねじり試験が可能である．

(2)繰返しねじりにより，第一種剛性範囲の拡大や剛性値の変化および破断を生じ，条件によって，異なる結果を得た．

(3)歩行補助機の安定した制御および安全確保のため，曲げ半径や負荷トルクを変化させ，さらにデータの蓄積が必要である．

表1　繰返しねじり試験の実験条件

	条件1	条件2	条件3
曲げ半径 [m]	∞ (直線配置)	0.3	0.3
負荷トルク [Nm]	±1.8	±1.8	1.8,-1.6
繰返し数 [回]	5×10^4	1.4×10^4 (破断時)	10^5

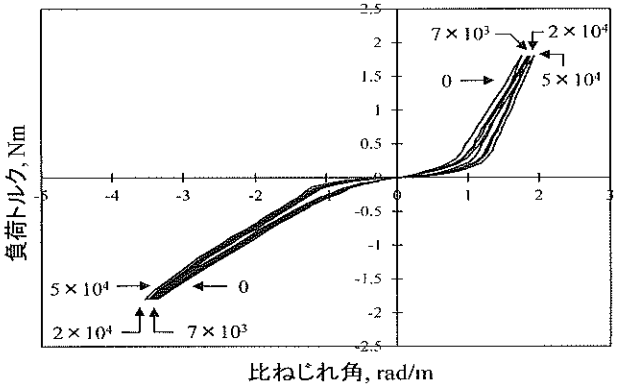


図5 繰返しねじりによる特性の変化(条件1)

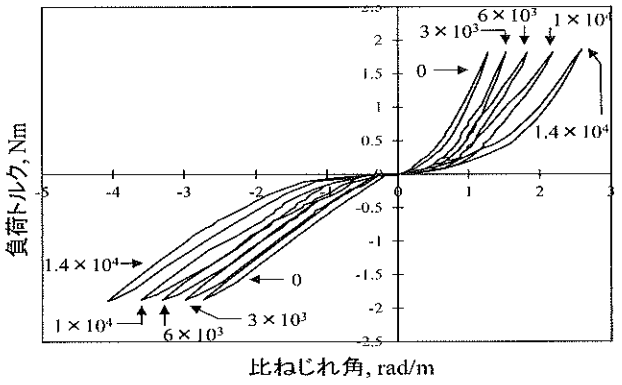


図6 繰返しねじりによる特性の変化(条件2)

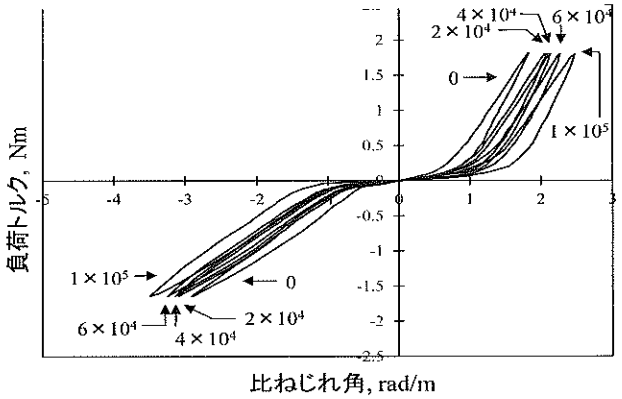


図7 繰返しねじりによる特性の変化(条件3)

6. 参考文献

1) 池原ら，機論，C編，77，775，p131-144(2011)

2) 田宮ら，数理科学会論文集，14，1，p17-22(2013)

3) 大和田，東大生研報告，4，6，p238-282(1955)

1b2-2

母指タッチパネル操作における腱鞘炎リスクの基礎的検討

○栗原修平*，三田隆広**，小山裕徳*，川澄正史*
*東京電機大学未来科学部情報メディア学科
**東京電機大学大学院先端科学技術研究科情報通信メディア工学専攻

Fundamental Consideration of Tenosynovitis Risk in Touch Panel Operation with Thumb Finger

Shuhei KURIHARA*, Takahiro MITA**, Hironori KOYAMA*and Masashi KAWASUMI*
* Department of Information System and Multimedia Design,
School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University,
**Information, Communication and Media Design Engineering
Graduate School of Advanced Science and Technology, Tokyo Denki University

1. はじめに

近年，スマートフォン（以下，スマホ）などのタッチパネル操作を必要とする端末の利用が増加している[1]．これらの端末の利用者のうち約 50%が片手で端末操作を行っている．また，片手操作の約 70%が母指での操作であることが報告されている[2]．母指によるタッチパネル操作は複数の指を使用するキーボード操作に比べ，負担が母指に偏る．そのため，片手操作者は母指の屈曲，伸展の繰り返しにより，腱が肥厚し，腱鞘と摩擦が生じることで炎症を起こす腱鞘炎を発症するリスクが高いと考えられる．特に母指側の腱鞘に発症する腱鞘炎はド・ケルバン病（狭窄性腱鞘炎）と呼ばれ患者数が増加している[3]．腱鞘炎は，健常な生活や仕事の妨げとなるため，日常でのタッチパネル操作での腱鞘炎リスクを検討する必要があると考えられる．

そこで本研究では片手タッチパネル操作中の母指の関節角度，筋電位等の観点から筋・腱にかかる負荷を明らかにすることを目的とした．

2. 方法

手指は IP，MP，CM 関節が屈筋，伸筋，腱などの働きによって複合的に動作する．母指は他の指と異なり CM 関節が大きく可動する．母指でのタッチパネル操作は，この CM 関節の動作が大きく関わると考えられる．そのため本研究では，まず母指 CM 関節の動作および，その動作に関わる短母指伸筋，短母指外転筋に着目した．

腱鞘炎は腱への負荷が関係すると考えられるが腱負荷を直接評価することは困難であるため相対的に腱負荷を評価する指標が必要である．筋の収縮時に生じる筋電位と接続する腱にかかる負荷は比例すると仮定し，筋電位，関節角度，動作加速度，圧力の計測から母指タッチパネル操作時の腱にかかる負荷を検討した．

3. 事前実験

3.1 筋電位・動作間隔調査実験

健常な 20 代男性 2 名を対象に幅 72×高さ 146×厚さ 6.9mm のスマホ（Xperia™ Z4）画面上で CM 関節角度 90°のスライド操作を異なる 3 パターンの動作間隔で行わせた．早いスライド動作（0.5 秒間隔），中程度のスライド動作（1 秒間隔），遅いスライド動作（2 秒間隔）となるように被験者に指示した．筋電位計測にはワイヤレス生体計測装置 Polymate Mini AP108（ミユキ技研社製）を用いた．電極は短母指外転筋上に貼付した．なお，スライドのタイミングを合わせるためにメトロノームを用いた．

3.2 筋電位・圧力調査実験

健常な 20 代男性 3 名を対象に母指タッチ時の圧力と筋電位の同時計測を行った．圧力センサ（FSR-402）を母指表面に貼付し，圧力を計測した．筋電位は 3.1 と同様に計測した．母指に加わる圧力が 弱い圧力（0.1N 程度），中程度の圧力（0.9N 程度），強い圧力(5N 程度）になるよう被験者が力を加えた．

4. 調査実験結果および考察

4.1 筋電位・動作間隔調査実験結果および考察

各パターンの動作間隔で計測した母指スライド操作時の短母指外転筋の筋電位の RMS を算出し，比較を行った．図 1 に各パターンの母指動作における各被験者の動作間隔ごとの RMS を示す．図 1 より，動作間隔の早いパターンほど RMS が大きくなる傾向が確認された．つまり，動作間隔と筋負荷に相関関係があると考えられる

4.2 筋電位・圧力の調査実験結果および考察

各パターンの圧力値で計測した計測した短母指外転筋の筋電位の RMS を算出し，比較を行った．図 2 に各被験者の圧力ごとの RMS を示す．図 2 より，圧力値が大きいほど，RMS が大きくなる傾向が確認された．スマホ操作時に母指にかかる圧力が筋負荷を検討するうえで有効であること示唆された．

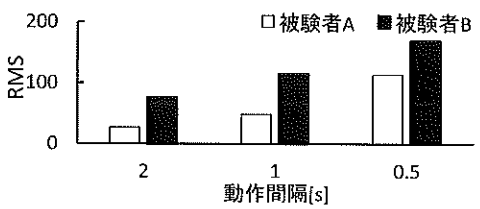


図 1　動作間隔ごとの RMS（被験者の平均）

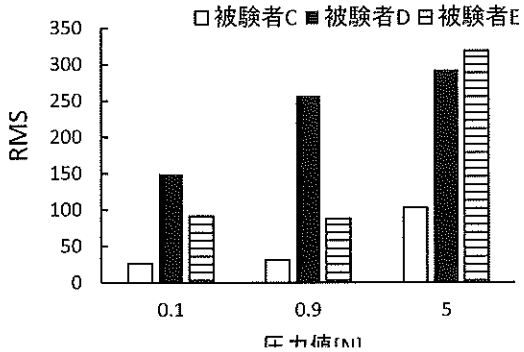


図 2　圧力ごとの RMS（被験者の平均）

5. 実験

5.1 動作加速度と圧力からの母指負荷検討

本実験では，事前実験で筋負荷に相関があることが確認された動作加速度，スマホ操作時の母指圧力とキーボード操作時の母指圧力を計測し，母指スマホ操作時の母指負荷について検討した．被験者は健常な 20 代男性 5 名を対象とした．

動作加速度の計測では，右母指で右にスライドさせる動作の加速度を計測した．加速度の計測には Android OS に備わっている開発者向けオプションの「ポインタの位置」を用いた．「ポインタの位置」は画面上(X，Y 方向)のスライド動作の加速度を計測可能である．スライド動作は 3 試行とした．動作の加速度の評価は水平移動の加速度 Vx，垂直移動の加速度 Vy から合成加速度 Vxy を求めた．合成加速度 Vxy が 6m/s^2 以上を負荷大，3 m/s^2-6 m/s^2 を負荷中，0-3 m/s^2 を負荷小と定義した．

母指圧力の計測では，スマホ操作とキーボード操作の母指負荷を比較するため，画面タップ時の母指圧力とスペースキー押下時の母指圧力を比較した．タップ操作，スペースキー押下ともに自然に行う動作を意識させた．各圧力の計測には事前実験 3.2 と同じ圧力センサを用いた．

5.2 結果および考察

表 1 に各被験者の母指スマホ操作時の平均動作加速度を示す．表 1 より被験者 A が母指負荷の大きい操作を行っていることが推定された．しかし，平均動作加速度が 6 m/s^2 近くの被験者も多くいたため，今後の実験で被験者数を増やし，負荷指標を検討していく必要があると考えられる．

図 3 に各動作時の平均圧力値を示す．スペースキー押下時の平均圧力は 1.0±0.5N，画面タップ時は 1.7±0.9N であった．また，t 検定の結果 $p<0.07$ であり有意水準には満たなかった．

上記の結果からスペースキー押下時の圧力と比較し，画面タップ時の圧力値が大きい傾向が確認でき，p 値も 0.07 であることから，画面タップ操作はスペースキー押下より母指に負荷を与えている可能性が考えられる．

表 1　各被験者の平均動作加速度

	Vxy[m/s^2]
被験者 A	7.8
被験者 B	6.0
被験者 C	5.2
被験者 D	5.5
被験者 E	4.5

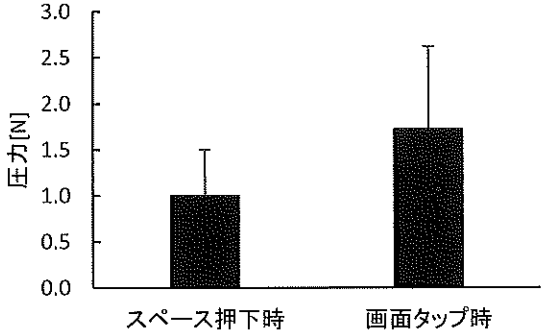


図 3　各動作時の圧力値（被験者の平均）

6. おわりに

本研究では，筋電位，関節角度，動作間隔，加速度，圧力の計測から母指タッチパネル操作時の筋・腱にかかる負荷を明らかにすることで，基礎的な腱鞘炎リスクを検討することを目的としている．今回は，動作加速度，圧力を計測することで，母指の筋・腱にかかる負荷を検討した．結果，被験者の多くは負荷の大きい母指タッチパネル操作を行い，筋・腱に必要以上の負荷をかけていることが示唆された．

今後は，被験者のデータ数を増やし，比較検討をすることで腱鞘炎のリスクを検討していく．

参考文献

1) 総務省，総務省｜平成 27 年版 情報通信白書｜インターネットの普及状況，available from<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc372110.html>, (accessed 2016-6 -16).
2) How Do Users Really Hold Mobile Devices? : UXmatters，available from<http://www.uxmatters.com/mt/archives/2013/02/how-do-users-really-hold-mobile-devices.php?]>, (accessed 2016-6-16).
3) ドケルバン病（狭窄性腱鞘炎）とは：朝日新聞デジタル，available from<http://www.asahi.com/articles/ASJ4165DNJ41UBQU00R.html>, (accessed 2016- 6-16).

[連絡先]
栗原　修平
e-mail：13fi038@ms.dendai.ac.jp

1b2-3

ドライアイ予防のための瞬目改善アプリケーションの開発

○三浦哲史*，三田隆広**，小山裕徳*，川澄正史*
*東京電機大学未来科学部情報メディア学科
**東京電機大学大学院先端科学技術研究科情報通信メディア工学専攻

Development of Blink Improvement Application for Dry Eye Prevention

Satoshi MIURA*, Takahiro MITA**, Hironori KOYAMA*and Masashi KAWASUMI*
*Department of Information System and Multimedia Design,
School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University,
** Information, Communication and Media Design Engineering
Graduate School of Advanced Science and Technology, Tokyo Denki University

1. はじめに

我が国において，ドライアイは，「様々な要因による涙液および角結膜上皮の慢性疾患であり，眼不快感や視機能異常を伴う」と定義されている [1]. 本邦におけるドライアイの患者数は 2000 万人以上とも言われ，空調の普及， VDT(Visual Display Terminal)作業従事者およびコンタクトレンズ装用者の増加，高齢化により，その患者数は，急増している [2]. ドライアイは目の乾燥感のみならず，異物感・目の痛み・まぶしさ・目の疲れなど，多彩な慢性の目の不快感を生じさせ，目を使い続けることによる視力の低下を引き起こす．主な要因として， VDT 操作時の画面注視の多さ，瞬目回数の減少，角膜表面における涙液の蒸発が挙げられる [3]. 特に見上げ姿勢で長時間 VDT 操作を行うと，瞬目回数が減少し，一過性のドライアイが進行しやすい．そのため，仰向け時にも操作が可能なスマートフォン（以下, スマホ)はドライアイに対する注意がより必要である [3].

本研究では，VDT 操作時の瞬目の回数を増加させることがドライアイの予防になると考え，ドライアイ予防のための瞬目改善アプリケーションの開発に必要な要件についての検討を目的とした．

2. 開発に必要な要件

本アプリケーション(以下, アプリ)は，スマホを対象とする．アプリでは，瞬目を促す通知(以下，通知)を行うことで，瞬目を利用者に意識的に行わせる．通知を行ってから一定時間が経過すると，瞬目への意識は希薄になり，次第に意識的な瞬目は行わなくなると考えられる．従って，意識的な瞬目（以下，随意性瞬目)を行わなくなるまでに次の通知を行うことで，継続的な瞬目改善が期待できる．このことから，スマホ利用時の瞬目の特性を理解するとともに，通知による随意性瞬目が行われなくなるまでの時間を調査するため，2 つの実験を行った．通知に対する反射的瞬目は本研究では考慮しない．

3. 予備実験

3.1 実験目的

実験の目的は，スマホ操作時の瞬目が通知により変化するかの調査である．特に，通知による随意性瞬目が行われなくなるまでの時間が確認できれば，アプリケーションを作成する上で重要な「いつ瞬目を意識させるか」が明らかとなる．また，通知を行う場合，作業効率の低下が懸念されるため，通知の有無による作業効率の変化を記録する．

3.2 実験条件

被験者は健常な 20 代の学生 4 名とし，ノート PC 付属のカメラ(Lenovo Easy Camera)と実験用スマホ (iPhone 5s)を使用し，実験を行った．実験では， VDT 操作を行わない通常状態，実験用スマホを操作しているときのスマホ操作時，瞬目を通常状態の平均である約 3 秒に 1 回と通知を行った場合のスマホ操作時の 3 つの条件を対象とした．実験時間は各 5 分間とし，実験の間には 10 分間の休憩を設けた．

3.3 実験方法

被験者はノート PC の前に座り，撮影画面に瞬目が確認できる位置に調整を行った．その後，被験者を 3 つの各条件下で撮影した．通常状態では PC 画面の電源は落とし，視界に VDT が入らない状態で 5 分間撮影を行った．スマホ操作時では文字入力アプリの FlickFan!を使用し，文字入力を行う様子を 5 分間撮影した．

3.4 計測項目

撮影した映像を基に瞬目を終えてから，次の瞬目を開始するまでの間隔(以下、瞬目間隔)を記録した．瞬目間隔の平均値を算出し，3 つの条件での変化を検討した．1 秒間に 2 回以上の瞬目を行う瞬目群発は結果に誤差が生じると考え，1 回の瞬目として記録した．また，スマホ操作では通知の有無により作業効率に影響があるかを確認するため，各実験終了時に FlickFan!で入力された文字数を記録し，2 つの条件で差異が生じているか確認した．

3.5 予備実験結果

実験結果を表 1 に示す．表 1 より，瞬目間隔の平均時間は，スマホ操作時(通知後)＜通常状態＜スマホ操作時の関係であった．また，瞬目の間隔を確認したところ，通知による随意性瞬目が行われなくなるまでの時間は確認することが出来なかった．また，FlickFan!で記録したスマホ操作の文字数に関して，

有意な差は認められなかった.

3.6 予備実験考察

実験の結果より，少なくとも実験時間である 5 分間は意識的に瞬目を行い続けることができるとわかった．このことから 5 分間に 1 度瞬目を意識づけるアプリケーションであれば継続的に瞬目の改善が行えると考えられる．FlickFan!で入力された文字数に関して有意な差が認められなかったことから，通知の有無による作業効率の変化は少ないと考えられる．

表 1 予備実験における瞬目間隔の平均[s]

実験条件	瞬目間隔の平均[s]			
	被験者A	被験者B	被験者C	被験者D
通常状態	3.6	2.9	4.3	3.5
操作時	5.8	4.1	15.5	7.8
操作時(通知後)	4.3	2.3	1.7	2.8

4. 本実験

4.1 実験目的

予備実験で得られた結果より，5 分間は瞬目を意識し続けることが可能であるとわかった．このことから，5 分毎に通知を行えば連続的に随意性瞬目が行えると考え，再度実験を行った．通知を 5 分毎に行うため，被験者がストレスを抱くかを実験後にヒアリングを実施した．

実験時間は 15 分間とし，実験の間には 10 分間の休憩を設けた．被験者は健常な 20 代の学生 5 名を対象とした．

実験方法は予備実験と同様であり，通知を行わずにスマホの操作を行わせる方法と，実験開始と実験開始から 5 分毎にスマホアプリの LINE を使用し，「3 秒に 1 回の瞬目を意識してください」と通知する方法の 2 通りの条件で行った．

4.2 結果

実験結果を図 1 に示す．結果より，5 分毎の通知による瞬目改善は可能であると判断できた．しかし，通知を行った場合の瞬目間隔は，時間の経過により長くなる傾向があり，アプリケーション利用時間が長くなるほど瞬目に意識を向けることが困難になることが懸念される．通知によるストレスに関してヒアリングを行ったところ，全員が問題はないとした．

4.3 考察

実験結果より，元々スマホ操作時の瞬目間隔が広い被験者ほど通知がある時に瞬目間隔が短くなることがわかった．また，通知がある状態での瞬目間隔は，被験者 C を除けば 3～4 秒前後となっており，「約 3 秒に 1 回の瞬目」という通知に関しては概ね効果が期待できることが確認できた．また，通知に関するストレスについて，5 分に 1 回の通知ではスマホ利用に支障が出ないと考えられるため，瞬目改善がより必要なアプリ使用者は，通知の間隔を短くすることも可能であると考えられる．

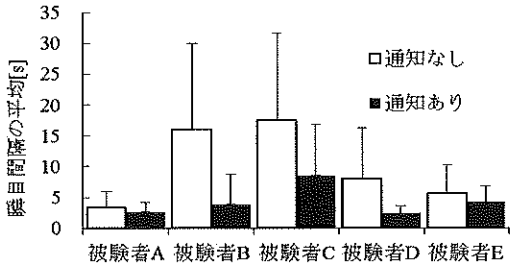


図 1 本実験における瞬目間隔の平均[s]

5. アプリケーションイメージ　アプリケーション使用時のイメージを図 2 に示す．アプリケーションの通知はバナーに表示する．使用する際はアプリを起動し，決められた時間中，決められた間隔で通知を行う(時間，間隔共に変更可能).



図 2 アプリケーションイメージ

6. おわりに

アプリケーション開発のために必要な瞬目の特性を理解するための実験を行った．実験により得られた知見を以下に示す．

(1) 瞬目を促す通知を 5 分間隔で行えば継続的な瞬目改善が見込める．
(2) 通知の有無によるスマホでの作業効率の変化は少ない．
(3) 5 分間隔の通知はスマホ利用者にストレスを与えるものではなく，操作の支障になりにくい．

以上のことから，スマホ利用時の瞬目特性を把握できた．これらの結果をもとに瞬目改善アプリケーションの開発を行う．

参考文献

1) 島崎 潤:2006 年ドライア診断基準, あたらしい眼科,v(24),p181-p184,2007.
2) 横井則彦:ドライアイ診療のパラダイムシフト 眼表面の層別診断・層別治療, 京府医大誌, v(122), p.49-p558,2013.
3) 吉田正雄:VDT 操作時におけるドライアイと涙液量・瞬目数の関係, 産衛誌, v(41), p108,1999.

[連絡先]
三浦 哲史
e-mail : 13fi552@ms.dendai.ac.jp

1b2-4

和音知覚に関する聴覚誘発脳磁界反応の解析

○益田星汰*，三田隆広**，小山裕徳*，川澄正史*
*東京電機大学未来科学部情報メディア学科
**東京電機大学大学院先端科学技術研究科情報通信メディア工学専攻

Analysis of auditory evoked brain magnetic field reaction related to chord perception

Shota MASUDA*, Takahiro MITA**, Hironori KOYAMA* and Masashi KAWASUMI*
* Department of Information Systems and Multimedia Design,
School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University
** Information, Communication and Media Design Engineering,
Graduate School of Advanced Science and Technology, Tokyo Denki University

1.はじめに

ヒトの周囲には様々な音楽が溢れている．音楽を聴く・演奏することで，様々な心理的効果を及ぼすことが周知されている．このような音楽がもたらす効果を心身活動の回復，機能の維持改善，生活の質の向上に利用する治療技法を音楽療法という [1,2]．効果的に音楽療法を行うためには，音楽知覚や音楽の心理的・生理的メカニズムを解明する必要がある．

先行研究 [3]では音楽知覚に着目した．音楽の基本要素として和音，旋律，リズムの 3 つが上げられる．中でも音楽の印象の部分を構成するとされている和音に着目し，和音認知のメカニズム解明することで，音楽認知を解明することを目的としている．

音楽を構成する要素は複雑であることから，ヒトの音楽認知を解明するためには脳活動に基づいて音楽を要素毎に可視化・定量化することが求められる．そこで本研究では，解析ソフトウェアを使用して先行研究で取得したデータの解析を行った．

2. 先行研究

2.1 実験概要

和音の中でも明るい印象を与える長三和音，暗い印象を与える短三和音がある．先行研究 [3]ではこれらの和音の明暗の感覚生成の脳活動の関係について比較検討するため，以下の仮説を立てた．まず，活動の差が現れる原因は音楽経験によるもの，次に和音の構成音の出現頻度によるものの 2 点とした．以上 2 点の仮説から長短三和音に対する印象の違いと，早期の聴覚誘発脳磁界の関係について，音楽経験の観点から比較検討を行った．被験者は 24 名とし，音楽経験の観点から以下の 3 群に分けた．絶対音感保持者 8 名，幼少期音楽経験者 8 名，非音楽経験者 8 名とした．これら，3 群に対して高頻度長三和音と低頻度短三和音（または高頻度短三和音と低頻度長三和音）を 8:1 の割合でランダムに両耳に呈示した．また，和音の印象の相違の識別が容易な弁別条件と困難である非弁別条件に分けて実験を行った．解析は聴覚野近傍の左右側頭部の RMS(Room Mean Square)強度の経時的変化を求めた．これを異なる被験者間で比較するために，刺激呈示前 100 サンプル分のデータを用いて，刺激呈示後の各サンプルに対する Z スコアを算出した．

2.2 結果および考察

図 1 に刺激呈示後 200ms~300ms における高頻度長三和音に対する高頻度短産和音の Z スコア比率を示す．ここで，1 より大きい(小さい)値は高頻度刺激に比べて低頻度刺激に対する応答が大きい(小さい)ことを示し，両者に対する応答や処理に差が見られないことを意味する．

絶対音感保持者は注意状態によらず刺激呈示後 200ms~300ms で長短三和音の明暗を弁別できた．対して，幼少期音楽経験者は短三和音を高頻度刺激とした場合は刺激に対して注意を向けることで，200ms~300ms で弁別できた．しかし，長三和音を高頻度刺激とした場合では弁別できなかった．また，絶対音感保持者と幼少期音楽経験者に関しては，刺激呈示後 300ms 以降については，全ての条件において低頻度刺激に対する活動強度は増大していた．この成分は認知活動を反映する P300m と考えられ，明暗の違いの認知的な検出をしていると考えられる．

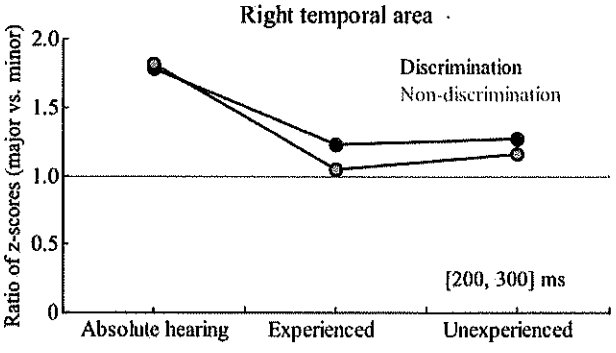


図 1 被験者群別 Z スコア比率（右側頭部）

3. 和音認知時における活動源解析

3.1 解析手法

本研究では和音認知時における脳の活動源解析を行うことで，先行研究では得られなかった脳の詳細な活動源を推定するとともに，推定した部位から脳活動の時間的変化をより詳細に抽出した．和音認知

時における脳の活動源を推定するためMNE(Minimum Norm Estimation)法を使用した．また，MRI(Magnetic Resonance Imaging)を使用し，取得した脳画像と MNE 法で求めた大脳皮質活動の電流分布を重ね合わせることによって脳の活動源の解析を行った．解析対象は先行研究 [3]の被験者のうち，MRIで取得した脳画像がある各群 2 名ずつ計 6 名とした．

3.1 解析結果

各被験者群の弁別条件における短三和音を高頻度刺激とした場合の脳活動分布の 3 群それぞれの 1 例を図 2~4 に示す．各図における白丸内の白色部分は活動度を示している．

活動源のデータ解析を行った結果，絶対音感保持者では，弁別・非弁別条件共に左右側頭部の聴覚野を中心に刺激呈示後 200ms 以降で強い活動が見られた．また非弁別実験においては右側より左側の方が強い活動が見られた．

非音楽経験者では弁別・非弁別条件共に刺激呈示後 200ms 以降で，右側頭部の聴覚野付近で活動が見られた．左側頭部では絶対音感保持者のような活動は確認できなかった．

幼少期音楽経験者では，非弁別条件では非音楽経験者と同様に右側頭部において強い活動が見られたが，弁別条件で短三和音を高頻度刺激とした場合においては絶対音感保持者と同様に左側頭部でも活動が見られた．

4. 考察

活動源解析の結果から，被験者 3 群毎に刺激呈示後の脳の活動部分に異なる傾向が見られた．絶対音感保持者と弁別条件下の短三和音を高頻度刺激とした場合の幼少期音楽経験者の脳活動から，長短三和音の明暗を弁別しているのは左側頭部の聴覚野付近であるということが考えられる．また，絶対音感保持者は音楽を左右の脳を使って知覚していると考えられる．

5. おわりに

先行研究で得られたデータを対象として，解析ソフトウェアを使用し，MNE 法を用いて活動源解析を行った．解析を行った結果，絶対音感保持者は両側頭部において強い活動が見られた．また，非音楽経験者は右側頭部においては強い活動が見られたが，左側頭部では確認できなかった．最後に，幼少期音楽経験者は弁別条件で短三和音を高頻度刺激とした場合，絶対音感保持者同様左右で強い活動が見られた．しかし，長三和音を高頻度刺激とした場合と非弁別条件では，非音楽経験者と同様に右側頭部において強い活動が見られた．

今後は MRI のデータがある残りの被験者の解析を行い，同様の傾向が見られるかを確認するとともに，更なる脳の活動源の絞り込みをするためのマッピング作業を進める必要がある．

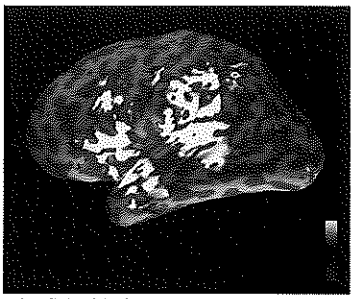


図 2 絶対音感保持者の左側頭部の脳活動分布

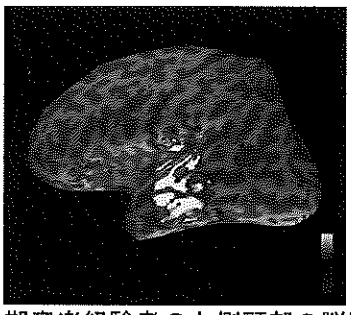


図 3 幼少期音楽経験者の左側頭部の脳活動分布

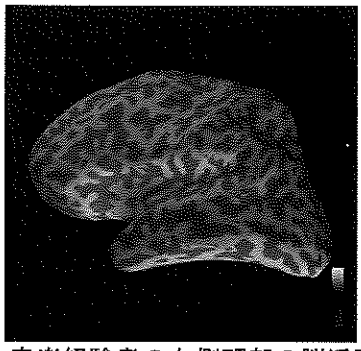


図 4 非音楽経験者の左側頭部の脳活動分布

謝辞

本研究を遂行するにあたり，数々のご指導，ご助言を賜りました慶応義塾大学青山敦准教授に厚く御礼申し上げます．

参考文献

1) 日本音響学会：音のなんでも小事典，講談社，pp.82-84, pp.158-160, 1996.

2) 梅本堯夫：音楽心理学の研究，ナカニシヤ出版，1996.

3) 林 伴明：和音認知に対する聴覚誘発脳磁界反応に関する研究，平成 22 年度，修士課程学位論文・研究成果報告書予稿集，pp. 65-68, 2011.

[連絡先]

益田 星汰

e-mail：13fi109@ms.dendai.ac.jp

1c2-1

電子書籍と紙書籍のユーザビリティ比較

○立石 大貴*，矢口 博之*
*東京電機大学理工学部

A Comparison Study of E-book with Paper Book about Usability

Hiroki TATEISHI*, Hiroyuki YAGUCTI*
* School of Science and Engineering, Tokyo Denki University

1. はじめに

電子書籍の普及が始まってから数十年が経過したが普及率は 2015 年時点において 10%ほどしかない．電子書籍が普及しない理由としては，コンテンツの不足やビジネス上の問題など様々な要因が考えられるが，紙書籍に比べ電子書籍のユーザビリティが低いこともその要因のひとつであると考えられる．

そこで本研究では，ページ量の把握精度に着目し，電子書籍と紙書籍のユーザビリティ評価を行う．実験ではページ量の把握精度を検証する目的で制作した電子書籍のモデルと紙書籍のモデルを用い，任意のページを開くタスクと，任意のページを開いた状態でページ数を当てるタスクを行い，精度についての検討を行ったのでこれを報告する．

2. 電子書籍について

紙書籍と電子書籍の市場規模を図 1 に示す[1]．電子書籍の市場規模は徐々に増えてはいるものの現状で全書籍市場の 10%程度と，普及しているとは言いがたい状況である．

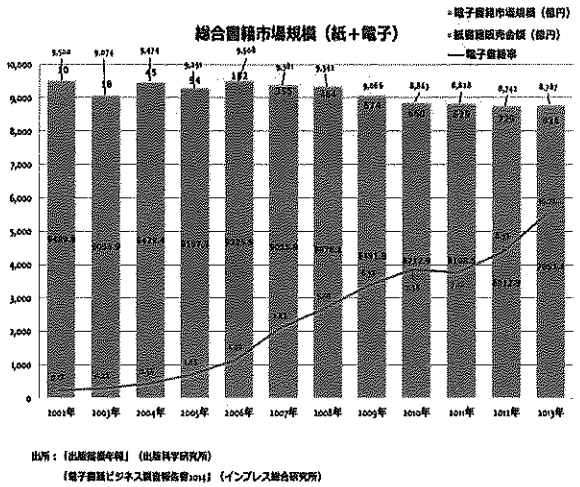


図 1 総合書籍市場規模

電子書籍端末のインターフェースにおいては，フォントの大きさを変えられたり，目次をタップするとそのページまで飛ぶことができたりと紙書籍にはない機能があり，これらは電子書籍ならではの利点である．しかし現状の電子書籍は基本的に小説のようなページを順番にめくって読み進めるコンテンツの利用を前提としているため，ページを大幅に動かす，書籍を切り替えるなどの操作が煩雑であり，またページ量の把握がしにくいなどさまざまな問題点を指摘することができる．

例えばページ量の把握では，紙書籍であれば，物理的な紙の厚みで直感的に把握できる．その一方電子書籍ではシークバーがページ量をしているが，その長さは書籍コンテンツの分量に関わらず常に一定である．そのためページの絶対量が分らずコンテンツ全体の情報量把握が難しくなっているのではないかと考えられる．

3. ページ量把握実験の概要

電子書籍および紙書籍のモデルについてページ数の設定が 140 ページのものと 240 ページものの 2 種類用意し，ページ量の直感的把握についての実験を行った．両書籍モデルともページ数が被験者に見えないような工夫をし，乱数によってこちらが指定したページを被験者本人の感覚で開いてもらう実験と開いたページを見せて何ページかを言い当ててもらう実験を行った．

3.1 紙書籍モデルの製作

先行研究[2]から得られたデータをもとに，紙書籍のモデルを製作した．製作した紙書籍のモデルを図 2 に示す．大きさは新書サイズとし，紙も新書で使用されているものと同じ秤量の上質紙を使用した．またページ数は全書籍の平均値に近い 140 ページと手持ちの製本機で製作できる最大値の 240 ページの 2 種類とした．紙書籍には実験の都合上ページ数が被験者に直接見えないようブラックライトを当てることで目視が可能になる特殊なインクを使用しページ数を印刷した．

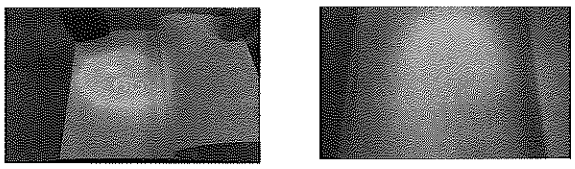


図 2 製作した紙書籍のモデル

3.2 電子書籍モデルの開発

電子書籍のモデルとして，シークバーで白紙のページを表示させるソフトウェアの開発を行った．開発したソフトウェアを図 3 に示す．多くの電子書籍がスマートフォンあるいはタブレット PC 上で稼働し

ている状況に合わせ，電子書籍モデルも Android タブレット用として開発した．ページの全体量は紙書籍モデルと同様に 140 ページと 240 ページの設定とし，ボタンを押すことでページ数の表示と非表示を切り替える機能を実装した．

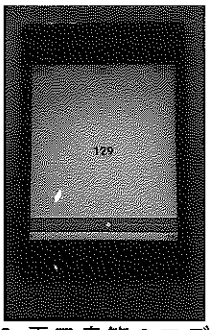


図 3 電子書籍のモデル

3.3 実験の手順

紙書籍のモデルを用いたページ量の把握精度実験では，ページ数を隠した状態で，現在開いているページを当ててもらうタスクと，指定したページを開いてもらうタスクをそれぞれ 2 回行った．

電子書籍のモデルを用いたページ量把握精度実験でも紙書籍のモデルと同様に，各タスクを 2 回ずつ行った．

4. ページ量把握実験の結果

実験は，本学の学園祭が開催された 2015 年 11 月 1 日から 11 月 3 日までの 3 日間に実施した．実験協力者は，平均年齢 23 歳の 17 人であった．ページ量把握実験の結果を表 1 に示す．

表 1 ページ量把握における誤差

	タスク	開く	当てる	合計
紙書籍	140 ページ	5．2%	5．6%	10．7%
	240 ページ	4．1%	5．8%	9．8%
電子書籍	140 ページ	4．7%	4．7%	9．4%
	240 ページ	5．9%	4．2%	10．1%

紙書籍と電子書籍のページ量把握実験の結果，電子書籍と紙書籍の誤差はほとんど変わらないことが分かった．140 ページの電子書籍の誤差が最小であり，これは紙書籍の誤差よりも小さかった．

5. まとめと今後の研究計画

5.1 ページ操作タスクの実験計画

先に行ったページ量把握実験では，電子書籍と紙書籍の精度はほぼ同じで，むしろ電子書籍の方が若干精度は高いという結果を得た．つまりページ量の把握精度は電子書籍のユーザビリティを下げる要因ではないことを示唆する結果である．しかしこの結論は我々の直観と合致しない．そこでページ量の把握精度以外の観点から，電子書籍と紙書籍のユーザビリティ比較を行う実験の計画を進めている．

次に計画している実験では，書籍のページ数が確認できる状態で指定したページを開いてもらうタスクを行い，指定したページを開くまでの時間を計測する．これは通常の書籍を扱う場合と同様の条件でページの操作性評価を行うことを意図したものである．新たに製作した紙書籍モデルを図 4 に示す．総ページ数は 140 ページと 240 ページの 2 条件とした．紙書籍モデルは通常の黒インクを使用しページ数が確認できるようにした．また紙書籍のページ数の表示位置については，ページ中央に大きく印刷したものと，下端のノンブル位置に通常の大きさで印刷したものを用意した．電子書籍モデルはページ数を表示した状態で使用する．

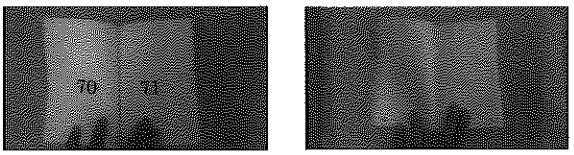


図 4 新たに製作した紙書籍モデル

今後の研究では，電子書籍と紙書籍の計 6 種類を用いて，乱数によって指定されたページを開くというタスクを書籍ごとに行う．また，小型のビデオカメラを導入し，指定したページを開いてもらう際の動作を動画として記録する．どのようなページ位置の場合に，どのような開き方・めくり方をするのかに注目し，その特徴を捉えることとする．

このような実験を通して，電子書籍と紙書籍のユーザビリティについて比較し，電子書籍のどういった部分が使いにくいのかを検証するとともに，使いやすいインターフェースを備えた電子書籍リーダーの開発を目指す．

参考文献

1) 林智彦:日本は電子書籍の「後進国」なのか?—-米国との差を「刊行点数」から推定 http://japan.cnet.com/sp/t_hayashi/35064650/, 2016/11/14
2) 矢口博之:書籍のユーザビリティ評価に関する研究， 人間工学 第 50 巻 特別号， 2015

[連絡先]
立石 大貴
e-mail:h.isi16@yaglab.net

1c2-2

視線計測を用いた多義図形の見え方に関する研究

○坂口 柾*, 矢口 博之 **東京電機大学理工学部

A Study of an Ambiguous Image using by Gaze Analysis

Masame Sakaguchi*, Hiroyuki Yaguchi*
*Tokyo Denki University

1. はじめに

多義図形とは一つの図形で複数の見え方が存在する図形のことである．本研究では，図 1 に示す多義図形の一種であるネッカーキューブの見え方に関する検討を通じて，人間が対象物をどのように把握しているかに関する知見を得ることを目的とする．

ネッカーキューブはネッカーが考案した立方体の多義図形であり，交差する二辺のどちらを手前の辺として見るかによって，図 1 の①のような見え方と，②のような見え方の 2 通りに見える．

本研究では図 2 に示すような L 型と R 型の左右対称の 2 つのネッカーキューブを見てもらい，人間が多義図形を把握する際の注視点とその遷移の様子を観察する．

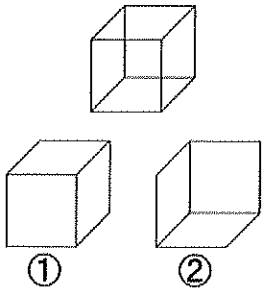


図 1 ネッカーキューブ

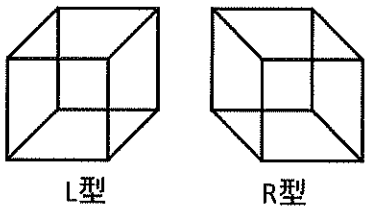


図 2 左右対称のネッカーキューブ

2. 本研究の背景

2.1 多義図形

多義図形とは一つの図形でありながら複数の見え方が可能な図形である．よく知られた多義図形の例としては「ルビンの壺」や「淑女と老婆」などが挙げられる．

2.2 視線計測装置

本研究では視線計測装置として Tobii T60XL[1]を使用する．Tobii T60XL は正面から画面を見ている人の瞳孔の動きをセンサーで計測することで画面に表示されている画像のどの部分をどの位の時間見ているかを記録し，ヒートマップや図 4 に示すようなゲイズプロットなどで可視化することができるシステムである．

図4のゲイズプロットは，被験者の見ていた場所，順番，時間を可視化するものである．注視点を円で表示し，注視した順番に番号が振られる．連続した注視点は直線で連結されており，注視していた時間に比例して円の面積が変化する．



図 3 視線計測装置 Tobii T60XL の外見

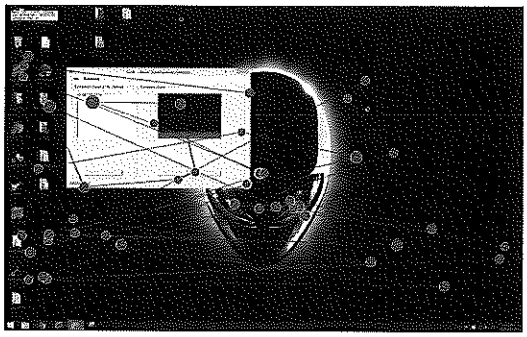


図 4 Tobii を用いた視線計測結果の例

3. 視線計測実験の方法

本研究では，はじめに被験者に図 1 を提示し，実験概要とネッカーキューブの説明をした後，L 型のネッカーキューブを 3 回見てもらう．1 回目は図 1 の①と②のどちらかの見え方で見えたかを訊ねる．2 回目は①の見え方で見てもらい，3 回目は②の見え方で見てもらう．つぎに同じ手順で，R 型のネッカーキューブの画像を見てもらう．

同じ図形を見続けていると残像により，次に提示する画像の計測結果が影響を受けてしまう恐れがあるため，図 5 のようなマスキング画像を提示してから次の画像を提示するようにした．最後に被験者の年齢，また被験者がネッカーキューブにどの程度慣れているかについて回答してもらった．

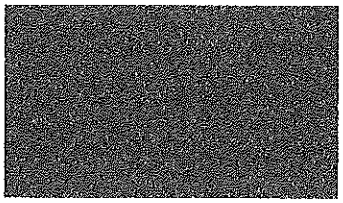


図 5 マスキング画像

4. 視線計測実験の結果

実験は 2016 年 11 月 5 日に，本研究室にて 9 人の被験者の協力を得て実施した．被験者の年齢構成は 10 代 1 名，20 代 7 名，30 代 1 名の 9 人であった．

4.1 自由に見た際の見え方

最初に被験者がネッカーキューブを見た際に① と②のどちらの見え方で見えたか訊ねた．その結果を表 1 に示す．L 型，R 型のどちらの場合も①のように見た人が多かった．

表 1 1 回目の見え方の回答 集計

	①の見え方	②の見え方
L 型 1 回目	6	3
R 型 1 回目	8	1

4.2 ①の見方に統制した場合の注視点

①の見方に統制した際のゲイズプロットを図 6 に示す．①のように見た際の手前にあたる面の図形内側の頂点(L 型のネッカーキューブなら右上，R 型のネッカーキューブなら左上)に視線が集中していたが，L 型の方は正方形の外側を見るなど注視点の遷移に個人差が見られた．

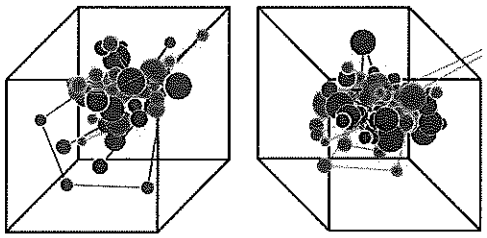


図 6 ①の見方に統制した際のゲイズプロット

4.3 ②の見方に統制した場合の注視点

②の見方に統制した際のゲイズプロットを図 7 に示す．どちらも②のように見た際の手前にあたる図形外側の頂点(L 型のネッカーキューブなら左下，R 型のネッカーキューブなら右下)に視線が集中していた．

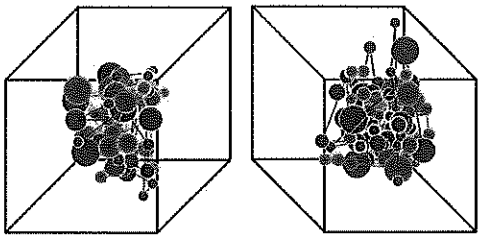


図 7 ②の見方に統制した際のゲイズプロット

5. 視線計測実験の考察

本実験では被験者に左右対称であること以外，同じ位置に同じ大きさのネッカーキューブを表示した．①の見方に統制した際の視線計測の結果は，L 型の方の視線が中央の正方形の外を向いている場合が多いという点で左右対称にならない部分もあった． この理由としては実験の画像の提示順による馴化が考えられる．本実験では計測システムの制約から，被験者に見せる画像の順番が固定されており，先に L 型ネッカーキューブの画像について計測し，次に R 型のネッカーキューブの画像を計測する流れとなっている．そのため L 型を計測する時よりも R 型を計測する時の方が，ネッカーキューブを立体的に見ることに馴れてしまい，今回の様な結果になったということが考えられる．

6. まとめと今後の課題

本実験の結果から左右対称のネッカーキューブの視線の動きは，ネッカーキューブの向きに合わせて概ね左右対称になるということが確認できた．しかし表示する画像の順番や被験者のネッカーキューブを立体的に見ることの馴れなどの影響により，実験結果が安定していないのではないかと考えられる結果も得られている．今後は，実験の手順などを工夫し，より正確なデータを計測できるよう改善を進めるとともに，別な多義図形についても解析を行っていきたいと考えている．

参考文献

1) トビーテクノロジージャパン，
http://www.tobiipro.com/ja/，2016-11-15

[連絡先]
さかぐち まさめ
e-mail：m.s-14@yaglab.net

1c2-3

メガネ型ウェアラブルデバイスを用いた疲れ目の計測

○深井祐輝*，佐藤雅也**，川澄正史*，小山裕徳*
*東京電機大学未来科学部情報メディア学科，
**東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻

Measurement of tired eyes using a wearable device of eyeglasses-type

Yuki FUKAI*, Masaya SATO**, Masashi KAWASUMI* and Hironori KOYAMA*
*Department of Information Systems and Multimedia Design,
School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University
** Department of Information Systems and Multimedia Design,
Graduate School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

1. はじめに

近年，情報技術の発展によりパソコンやモバイル端末を長時間利用する機会が増加している．しかし，モバイル端末の長時間利用は，眼の充血や痙攣などの痛みを伴う症状，疲れを引き起こし，疲れ目の原因となりえる．また，ドライアイや視力低下といった VDT 症候群を引き起こす危険性がある．疲れ目を自己判断しようにも，主観的な判断ではあいまいな評価となり，疲れ目に対して適切な治療を行うことが出来ない．また，疲れ目を直接計測する方法はなく，何らかの生理指標との関連を示し，そこから疲れ目を推定する必要がある．疲れ目と生理指標に関する研究は，臨界融合頻度計測 [1]，瞬目計測 [2]，瞳孔運動計測 [3]など様々な手法で行われているが，大がかりな装置によるものが多い．

そこで本研究では，メガネ型ウェアラブルデバイスを使い，リアルタイムで瞬目を計測することによって疲れ目を簡易的に計測可能かどうか検討した．

2. 瞬目群発

本研究では，疲れ目を推定する指標として，瞬目群発を用いる．瞬目群発とは，目が疲労しているときに多く起きる現象のことである．目の疲労時には，作業開始から 10 分間で計測された瞬目数の約 1.5 倍の瞬目群発が起きるとされている．先行研究 [4]より，発生間隔が 1 秒以内の瞬目が 2 回以上連続して発生すると定義されている．また，瞬目群発は覚醒水準の低下に伴って生じることが示されている [5]．本研究では，瞬目間隔が 1 秒以下の瞬目が 2 回以上連続した時を瞬目群発と定義し，計測を行った．

3. 使用機器

瞬目を計測するために，メガネ型ウェアラブルデバイス(JINS MEME ES，JINS 社製)を用いる．このデバイスには，3 点式眼電位センサと加速度センサ，ジャイロセンサが搭載されており，これらのセンサのサンプリング周波数は 100Hz である．また，Bluetooth 通信を行うことでスマートフォンなどの端末と通信し，リアルタイムでセンサの値を取得することが可能である．これらのセンサを利用し，集中力や眠気を検出するアプリケーションが公式からリリースされている．また，独自にアプリケーションを作成することで，様々な目の計測に利用可能である．

先行研究で，デバイスの精度調査 [6]が行われており，実際の瞬目と比較し，97.63%の精度で計測できると報告されている．この値は，電極で計測した時よりも精度が高いと言われており，瞬目計測に適している．

本研究では，JINS MEME ES に内蔵されている 3 点式眼電位センサの出力から，瞬目の回数や瞬目群発を計測するアプリケーションを Android Studio で開発し，実験を行った．



図 1 メガネ型ウェアラブルデバイス
(JINS MEME ES)

4. 実験

被験者は，若年健常者 5 名とし，JINS MEME ES の装着をした．実験では，VDT 作業課題としてパソコン画面に，ランダムに表示される 0～9 の 500 個の数字の中から，特定の数字がいくつあるかを数えさせ，その数を入力させる作業を 30 分行わせた．この課題を 10 分ごとに 3 回にわけ，瞬目数の計測を行う．3 回にわけたのは，作業の前半，中盤，後半と結果を比較するためである．また，実験の前には十分な休息を与え，疲れ目ではない状態で実験を開始した．目が疲労状態となったかを瞬目群発以外の方法で判断するため，疲労度の計測に用いられるフリッカー値を(DIGITAL FLICKER，TAKEI 製)で上昇法と下降法でそれぞれ 5 回ずつ計測し，平均値を求め，瞬目群発数と関連性があるかを調べた．

本研究で行った実験は倫理的配慮として，事前に実験内容と注意事項を説明し被験者の同意を得て実験を行った．

5. 結果

実験結果を，図 2 から 4 に示す．図 2 で示すように作業の前後で，フリッカー値が 1.4Hz 減少していることから，目の疲労が確認された．瞬目数と瞬目群発数は，ともに前半から中盤には減少の傾向が見られたが，後半にかけては増加の傾向が見られた．

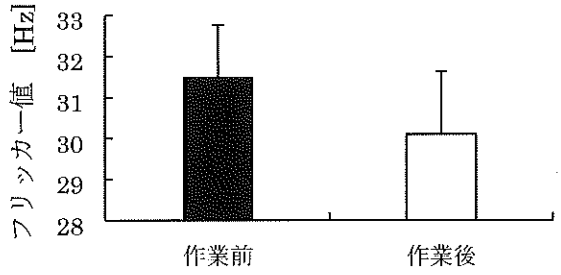


図 2　フリッカー値の平均

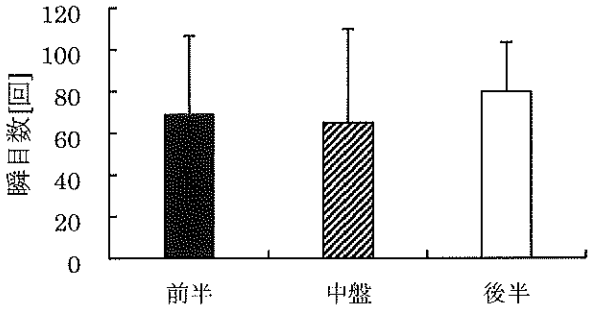


図 3　瞬目数の平均

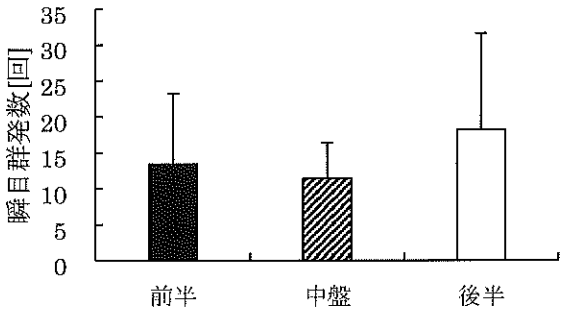


図 4 瞬目群発数の平均

6. 考察

得られた結果より，実験の前半時よりも後半時の方が瞬目数も瞬目群発数も増加した．これは，VDT 作業により瞬目数が減ったため目が乾燥し，涙で目を潤そうという働きから，瞬目数が増加したと考えられる．また，中盤で瞬目数と瞬目群発数が減少した理由としては，作業の集中力が増したためだと考えられる．瞬目群発数を実験前半時と後半時で比較すると，約 1.4 倍増える結果となった．目の疲労とされる 1.5 倍は越えなかったが，近い数値を確認することができた．

以上のことから，このデバイスで瞬目群発数を計測し，その値を指標にすることで疲れ目を計測することが可能だと考えられる．

7. おわりに

本研究では，JINS MEME ES を使い，リアルタイムで瞬目を計測し，その瞬目から疲れ目を簡易的に計測可能か検討した．結果，VDT 作業により目が疲労をすると，瞬目群発と瞬目数が作業開始時と比較し，増加することがわかった．しかし，データ数が少なく統計的な有意差が認められなかった．

今後は，被験者を増やして実験を行い，瞬目数と瞬目群発に有意差が生じることを確認する．また，デバイスと連携して，瞬目から疲れ目を読み取り警告を出すスマートフォンアプリの開発を行う．

8. 文献

1) 西村武，森本一成，岸本泰蔵など，”VDT 作業による疲労の主観評価値と客観的計測値との相関”，テレビジョン学会誌, 40(12), p1239-p124 4, 1986.

2) 山田冨美雄，三戸秀樹，宮田洋，”視覚疲労の他覚的指標としての瞬目活動”，関西鍼灸短期大学年報，5，p86-p95，1989.

3) 星野聖，渡辺瞭，斎藤正男，”精神疲労推定のための瞳孔対光反応の解析”，テレビジョン学会誌，49(5)，p657-p664，1995.

4) 加藤嗣優，宮本博幸，”瞬目群発を考慮した VDT 作業における瞬目検出による休息催促アプリケーションの提案”，人間工学会，49，p322-p32, 3, 2013.

5) 保坂良資，渡辺瞭，”まばたき発生パターンを指標とした覚醒水準評価の一方法”，人間工学会，19(3)，p161-p167，1983．6)Nathaniel Barbara，Tracey A. Camilleri，” Interfacin g with a speller using EOG glasses”，available from <https://jins-meme.com/ja/academic/casestudies/>, (accessed2016-11-9).

[連絡先]
深井 祐輝
e-mail：13fi099@ms.dendai.ac.jp

1c2-4

視線計測による映像酔いの原因解明と対策

○吉村俊哉*，佐藤雅也**，川澄正史*，小山裕徳*
*東京電機大学未来科学部情報メディア学科
**東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻

Study on motion sickness and its prevention based on sight-line measurement

Toshiya YOSHIMURA*, Masaya SATO**, Masashi KAWASUMI* and Hironori KOYAMA*
*Department of Information Systems and Multimedhia Design,
School of Science and technology for Fut ure Life, Tokyo Denki University
** Information Systems and Multimedhia Design,
Graduate School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

1. はじめに

近年，インターネットの普及と映像技術の進歩に伴い，容易にインターネット上で映像コンテンツを視聴可能となった．映像の種類は多種にわたり，娯楽として欠かせないコンテンツとなっている．その一方で，動きの激しい映像や長時間の映像視聴による映像酔いが懸念されており，原因の解明と評価手法の確立が望まれている [1]．

映像酔いの原因として，感覚不一致説が有力とされている [2]．感覚不一致説とは，身体の動きに関する視覚，前庭感覚，体性感覚などの感覚情報が，記憶された過去の経験より予期し得る状態から逸脱した時に，酔いが誘発されるとしたものである [3]．つまり，視聴中の映像に過去経験したことのない動きが発生することで感覚不一致が起こり，映像酔いを引き起こす可能性がある．

そこで本研究では，感覚不一致が映像視聴中のどの場面で発生し，その時どこを注視しているか調べるため，視線計測を行った．その結果から，感覚不一致と視線の動きに関連性があるか検討した．また，視線の動きから，映像酔いの抑制に有効な対策を検討することを目的とした．

2. 実験

2.1 概要

感覚不一致と視線の関連性を検証するため，映像視聴中の視線の動きを計測した．また，映像酔いを抑制する方法の検証を行うため，抑制する工夫をした映像を用意し，効果を検証した．被験者は，健常な 20 代学生 5 名とした．

2.2 実験映像

実験映像としては，ドローンレースの一人称視点の映像を繋ぎ合わせて 5 分の映像にして用いた．

ドローンレースの映像は，視点の移動が激しく上下左右に揺れ，小さい円を描いて曲がったり反転したりして，視点が急に変化することが多いため，映像酔いを引き起こしやすいと考えて採用した．また，映像酔いの抑制に有効な対策として画面の中心に点を配置した映像を作成した．図 1 は，実験に用いた映像に工夫を施した画面の一部である．

2.3 SSQ アンケート

映像酔いの指標として，“Simulator Sickness Questionnaire” (以下 SSQ)アンケートを用いた．SSQ アンケートとは，映像酔いの評価手法として広く用いられており，16 の主観評価項目の評価値から気持ち悪さ(Nausea)，目の疲れ(Oculmotor)，ふらつき感(Disorientation)，総合得点(TotalScore 以下，TS)を算出し酔いの程度として評価する方法である [4]．SSQ アンケート内容を表 1 に示す．

表 1 SSQ アンケート内容

全体的に気分が悪い	01,2,3	集中できない	0,1,2,3
疲れた	0,1,2,3	頭がぼうっとする	0,1,2,3
頭痛がする	0,1,2,3	目がかすむ	0,1,2,3
目が疲れた	0,1,2,3	開眼時ふらふらする	0,1,2,3
焦点が合わせにくい	0,1,2,3	閉眼時ふらふらする	0,1,2,3
唾が良く出る	0,1,2,3	めまいがする	0,1,2,3
汗が出ている	0,1,2,3	胃に違和感がある	0,1,2,3
吐き気がする	0,1,2,3	げっぷがでる	0,1,2,3

2.4 実験方法

視線計測には，アイカメラ(EMR-9,nac 社製)を用いた．実験環境として，映像を映すモニタ(32inch)を用意し，被験者とモニタの距離を 1.2m 離して映像を視聴させた．実験前に，被験者に簡単な質問を行い，体調の把握を行った．その後，アイカメラを装着させ，モニタとの視距離を調整し，視線を追えているか確認後に映像を視聴させた．実験後，SSQ アンケートを行い，酔いの評価を行った．

また，別日に映像酔いを抑制するための工夫を施した映像を視聴させ，抑制の効果を検証した．実験後には，同様の SSQ アンケートを行い，酔いの評価を行った．

3. 実験結果

SSQ アンケートから TS を算出した結果，実験で用いたドローンレースの映像は酔いを誘発できている結果となった．SSQ アンケート結果を図 2 に示す．SSQ アンケートの結果，映像酔いを抑制するための工夫ありの映像では工夫なしの時と比べて，どの項目でも映像酔いを抑制できる結果となった．

視線計測の結果，TS の値が高い程，視線の動きが全体的に速く，画面を広い視野で見ている傾向が見られた．全被験者共通して映像のドローンが小さい円を描いて曲がったり，回転した後に視線が大きく乱れる傾向が見られた．また，映像の前半と後半の視線の動きを比較すると，後半の視線の動きは速くなり，視線が乱れる傾向がある結果となった．　工夫ありの視線計測の結果，工夫なしと比較して，中心の点を注視している様子を確認した．また，急に映像が切り替わった際に視線が乱れる範囲が狭くなることが確認された．

4. 考察

視線計測の結果から，小さい円を描いて曲がったり，回転した後に視線が大きく乱れたのは，映像が急に切り替わった際に，状況確認のために画面全体を見ようとしたからだと考えられる．その際，視覚情報と急に視点が移動したという情報を脳で処理するのがわずかに遅れることにより，感覚不一致が起こるのではないかと考えられる．また，後半の視線の動きが速くなり，視線が乱れたのは映像酔いにより，めまいを起こしたためだと考えられる．

視線計測と SSQ アンケートの結果より，動きの速い視線移動と，感覚不一致が映像視聴中に継続して起こることで少しずつ気持ち悪さや疲れが溜まっていき，映像酔いを引き起こすのではないかと考えられる．

5. おわりに

本研究では，視線計測の結果から感覚不一致と視線の動きの関連性を検討した．また，視線計測の結果から，映像酔いの抑制に有効な対策を考え検証した．　実験では，映像視聴中の視線計測と SSQ アンケートから，映像酔いの原因の検討と感覚不一致と視線の関連性を検証した．また，映像酔い抑制の工夫を施し，効果を検証した．

視線計測と SSQ アンケート結果から，TS の高低により，視線の動きが異なる結果となった．全被験者に共通して，映像が急に切り替わった際に，視線が大きく乱れることが確認できた．映像の後半では前半より視線が乱れる傾向が見られた．実験結果から，動きの速い視線移動と，画面が切り替わった際に起きる感覚不一致が，継続的に発生することで映像酔いを起こすと考えられる．また，注視点を設けることで映像酔いを抑制できると考えられる．

今後の予定として，今回の実験で用いた映像に四角の枠を配置する工夫と，点の代わりに中心にマウスカーソルを配置した場合の実験を再度行い，映像酔いを抑制できるか検証する．

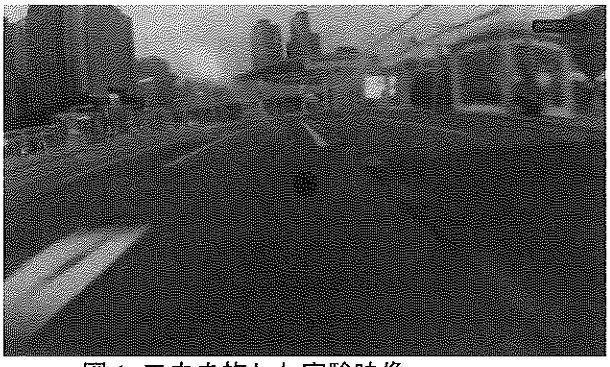


図 1 工夫を施した実験映像

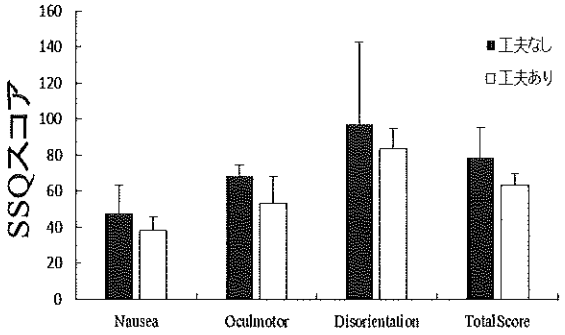


図 2 SSQ アンケート結果

6. 文献

1)木竜徹，小林直樹，飯島淳彦，“映像酔い”，電子情報通信学会誌，96(1)，p36-p40，2013.

2)野村恵理，木竜徹，中村亨弥，飯島淳彦，板東武彦“生体信号から推定した映像酔いとそのきっかけとなった映像の動きベクトルの特徴”，電子情報通信学会論文誌，89(3)，p576-p583，2006.

3)氏家弘裕，“映像酔いの生体影響軽減のためのガイドライン作成を目指して”，available from< http://home.jeita.or.jp/device/lirec/symposium/fpd_2015/pdf/4b_ujiie.pdf> ，(accessed 2016-4-15).

4)安部貴之，“自己運動感覚に影響を及ぼす高次視覚情報の検討”，available from <http://www.k ochi-tech.ac.jp/library/ron/2013/2013info/1130294.pdf> ，(accessed 2016-8-14)

[連絡先]
吉村 俊哉
e-mail：13fi132@ms.dendai.ac.jp

1a4-1

高齢者を対象とした アバタ媒介型見守りシステムの印象評価

○横山直輝*, 長谷川大*, 盛川浩志*, 佐久田博司*, 中山栄純**
*青山学院大学理工学部, **北里大学看護学部

Impression Evaluation of an Avatar Mediated Distant-Care System for the Elderly

○Naoki Yokoyama*, Dai Hasegawa*, Hiroyuki Morikawa*, Hiroshi Sakuta*, Eijyun Nakayama** *College of Science and Engineering Aoyama Gakuin University
**Kitasato University School of Nursing

1. 序論

1.1 背景

近年では,少子高齢化の進行や家族形態の変化に共なって独居高齢者や高齢者夫婦のみの世帯が増加しており,高齢者の社会的孤立が注目されている. 高齢者の社会的孤立は,健康で元気な高齢者であっても,いつ心身の状態が変化するかわからないため高齢者介護への対応が遅れ,悪化させてしまうケースが多く,自立した生活を送ることを困難にする間接的要因となっている.

1.2 関連研究

このような背景から,高齢者の見守りを行う ICT を利用した様々な研究がなされている.冷蔵庫のドア開閉やトイレの使用検知センサによって生活習慣を遠隔地から把握するシステム [1],ドアセンサや人感センサ,室温センサなどを使用した健康状態を把握するシステム [2]などが開発されており,高齢者の日常生活を把握することによる安心感の獲得や高齢者への関心の保持が実現されている.

しかしながら,これらの従来システムで抽出される情報は,間接的な情報伝達に留まっており,高齢者の状態を詳細に伝えるには十分とはいえない.高齢者の状態をより直接的に推測可能にする身体動作の伝達が有効であると考えられる.

高齢者の見守りを目的として身体動作を伝達する方法としては,まず,カメラ動画像をベースとした見守りが考えられる.しかしながら,杉原ら [3]はグループホームにカメラシステムを導入しインタビューを行った結果,介助者の負担が減る可能性を認めながらも,カメラ動画像での見守りでは表情や服装,部屋の状態など多量の情報が含まれるため, 被見守り者のプライバシ被害の懸念が大きく,例え家族であってもカメラ動画像によって見守られることに抵抗感があることが指摘されている.このような問題から,プライバシを保護した見守りの重要性があげられる.

1.3 目的

本研究では,被見守り者の身体動作をアバタの動作に再現するアバタ媒介型見守りシステムを高齢者に使用させ,Technology Acceptance の観点からシステムの有効性を評価することを目的とする.

2. システム概要

本システムの構成としては,被見守り側クライアントシステム,関節位置情報の中継を行うサーバ, 身守り側クライアントとなる Web ブラウザの 3 点からなるクライアントサーバモデルで構成される.本システムの構成を図 1 に示す.本システムでは,見守り側クライアントで 3D アバタに可視化された人物像の動作を通じて高齢者の見守りを可能にし,被見守りアカウント 1 つに対して,複数の見守り者が様々なデバイスにより利用することが可能である.

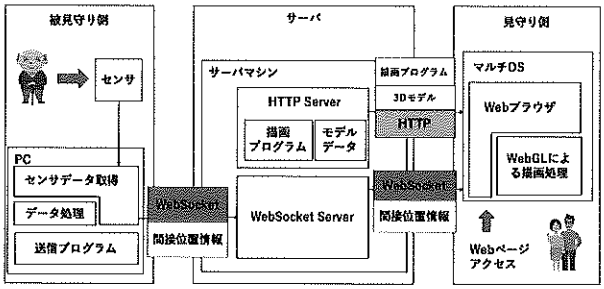


図 1 システム構成図

3. 実験

本実験では 1 要因 2 水準の参加者内計画による実験を行った.要因としてはアバタ,水準としてはアバタ有り,アバタ無しとした.

実験内容としてアバタ媒介型見守りシステムと動画像による見守りシステムを同時に起動し 3 分間実験者の指示のもと簡単な動作をさせた.行わせた動作は,手の挙上と所定の場所への動作であった.
この間,2 つのシステムの映像(図 2)を記録した.

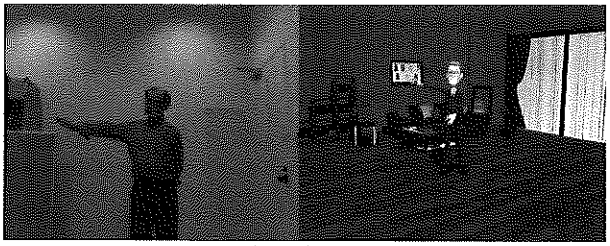


図 2 実験時の閲覧画面

参加者は相模原シルバー人材センターより派遣された 34 名(男性 21 名,女性 13 名,60 歳以上)の高齢者を対象とした.1 条件を 17 名として 2 つの

見守りシステムで記録した映像を閲覧させた.参加者にはどのように見守られているのかを記録した映像で細かく確認させた.各条件を以下に示す.

◆条件 A：動画像による見守りシステムを閲覧してからアバタ媒介型見守りシステムを閲覧する

◆条件 B：アバタ媒介型見守りシステムを閲覧してから動画像による見守りシステムを閲覧する

参加者には,各条件のもと,1 つ目の見守りシステムを閲覧した後にアンケートをとり,2 つ目の見守りシステムを閲覧後にもアンケートを行った.アンケートとしてはそれぞれのシステムに対して 2 つのアンケートに回答させた.1 つ目は,Technology Acceptance の観点から嫌悪感,社会的影響,参加者の態度,安心感の 4 つを大項目とした.それぞれの大項目に 3 つの質問を用意し,「とてもそう思う」から「全くそう思わない」の間で 7 段階の評価をさせた.2 つ目は,システムの印象を測るために SD 法でのアンケートを行い,12 個の形容詞対に対して 7 段階で評価をさせた.2 つのシステムでは同じアンケートに答えさせ,それぞれのアンケートを比較することで,見守りシステムの有効性を検証した.

4. 結果および考察

2 つの見守りシステムでとった Technology Acceptance の観点によるアンケート結果のそれぞれの平均値を比較したものを図 3 に示す.4 つの大項目に信頼性があるのか,それぞれの大項目のクロンバッハの α を調べた.結果として,α の値が 0.8 以上を全ての大項目で超えなかった.そのため,それぞれの下位項目で t 検定を行った.動画像での見守りで有意に高い（$p<0.05$）結果となった設問（図 3）は「1,日常生活の全てを監視されているように感じる」,「2,24 時間 365 日,見守られることに不快に感じる」,「3,プライバシの保護に不安を感じる」であった.参加者にとって動画像での見守られる事に対して多少の安心感はあるが,　　表情や服装,部屋の状態など多量の情報が含まれるため,不快に感じたと考えられる.そして,アバタ媒介型見守りシステムで有意に高い（$p<0.05$）結果となった設問（図 3）は,システムを使用することは「7,魅力的だと思う」,「8,面白いと思う」,見守りに「10,愛着を感じた」,「11,ストレスを感じない」,「12, これからの生活で使用したい」であった.参加者の平均年齢は約 70 歳であり,元気で健康な参加者が多かった.そのため,アバタ媒介型見守りシステムはプライバシを保護しつつ,活動している事だけをアバタの動きによって伝える事を可能にするため参加者から好感を持たれた評価につながったと考えられる.一方,SD 法でのアンケートで,因子分析を行った結果,1 つの因子に「安心な」,「親しみやすい」の項目に強い相関が出た.参加者はアバタ媒介型見守りシステムを安心して使用できるシステムとして評価したことが推測できる.

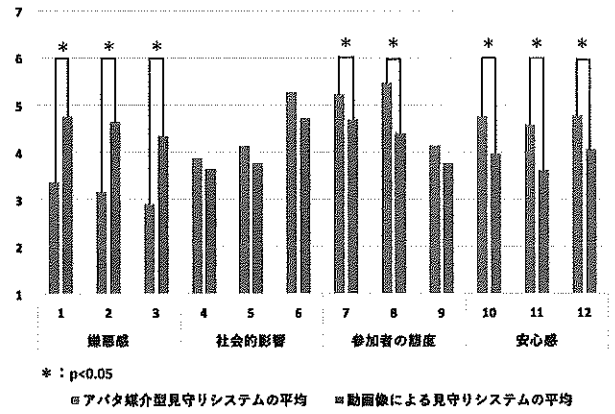


図 3　アンケートによる 2 つのシステムの評価

5. 結論

本実験の結果から,高齢者を見守るシステムとして,アバタ媒介型見守りシステムは,動画像による見守りに比べ嫌悪感が低いことが明らかになった. しかし,アバタ媒介型見守りシステムでは不安定なアバタの動作があり,システムに対して不安に思う参加者がいた.このことから,アバタの動きに安定性を持たせることが課題としてあげられ,改善を検討する余地がある.また,本実験では高齢者にシステムを使用させ,どのように見守られているのかを確認させただけである.今後としては,実際に高齢者の家族にアバタ媒介型見守りシステムを使用して見守らせることで,システムの有効性を測ることも課題としてあげられる.

参考文献

1) 小林明夫,沼田宗純,目黒公郎.平時から災害時まで利用可能な高齢者の生活週間の遠隔見守り 支援システムの研究.生産研究,Vol.63,NO.4,pp.465-470,2010.
2) 前川泰子,中島智晴,今西昇,樋口由美.居住空間のスマート化に向けた高齢者見守りシステム開発の取り組み.ヒューマンケア研究学会誌,Vol.5,No.2,pp.51-54,2014.
3) 杉原太郎,藤波努,高塚亮三.グループホームにおける認知症高齢者の見守りを支援するカメラシステム開発および導入に伴う問題.社会技術研究論文集,Vol.7,pp.54-65,2010.

[連絡先]
よこやま　なおき
e-mail：a5813094@aoyama.jp

1a4-2

360 度映像を用いた看護教育を対象とした危険予知トレーニング教材の開発

○長尾俊輝*，長谷川大*，盛川浩志*，佐久田博司*，中山栄純**
*青山学院大学理工学部，**北里大学看護学部

Development of KYT materials for nursing education using omnidirectional camera

○Toshiki Nagao*， Dai Hasegawa*， Hiroyuki Morikawa*， Hiroshi Sakuta *， Eijyun Nakayama**
*College of Science and Engineering， Aoyama Gakuin University
**KitasatoUniversity， School of Nursing

1. 序論

1.1 背景

近年，医療に対する関心の高まりとともに，医療事故の方向件数が増加傾向にある．医療事故の防止対策として医療者個々人に対する危険予知トレーニング（以降，KYT と記載）が注目されている．
KYT の実施にあたっては，学習者に対し，医療事故により患者の生命や健康が損なわれる恐れを具体的事例とともに意識させる必要がある．

一般に，学習内容の平均記憶残存割合は，一方的な講義や読書では 10%以下であるが，実施訓練や Learning by Teaching 法などでは，残存割合が飛躍的に向上するとされている [1]．つまり，学習効果を大きくするためには，学習を受動的に行うよりも，能動的に学習を行うことが重要である．しかし，従来のシナリオ教材の媒体は，主にイラストやビデオなどにより受動的な学習を行うものが多く，能動的学習に着目した KYT 教材は少ない．受動的学習による知識獲得のみでは，実際に行動に移せないケースも多いため，能動的な学習を行うことで，知識と行動の溝を埋める必要がある．

1.2 関連研究

看護師の危険予知について，佐橋らの研究では，KYT における 4 ラウンド法において，新人看護師と二年目以上の看護師とでは，新人看護師の方が KYT による学習の効果が大きいことが報告されている [2]．これは二年目以上の書看護師は経験による固定観念が排除できず，結果に影響が出たためとしている．五十嵐らによると，看護学生においても，卒業年次の学生は危険予測の能力に差が生じており，より早期からの段階的な教育支援の必要性が示唆されている [3]．このように医療の分野において，経験年数は直接的にリスク感性，あるいは危険認識力に繋がるわけではなく，看護基礎教育の中で医療安全教育のカリキュラムの位置づけ・関連性を明確にし，各学年や学習進度に沿った教材と教育支援方法の開発が急務である．

その一方で，経験を積んだ看護師らが持つ危険予測の視点について考察がなされている研究もある．小滝らの研究では，経験を積んだ看護師は，視覚からの情報で直感的に判断できる危険のみならず，患者への指導や物品の取捨選択といった対象理解という視点が加わり，具体的な対策を樹立できるようになっているとしている [4]．新人看護師の「観察・判断の気づき」の調査についても，新人看護師は経験豊富な看護師と比較し，自分の視線の特徴を「適当な観察」，「無駄がある」と捉えていた [5]．経験豊富な看護師は，事前情報を基に患者の状態を把握し，患者の安全・安楽への配慮，危険予知という観点で意図的に系統的観察を行っているが，新人看護師は，患者中心になりがちで思いつきで観る傾向があることを自己分析していた．

KYT を医療の現場でより有効な危険予防手法へ発展させるためには，参加者らに目に見えない危険を察知できる多面的な観察力や，「もしもこの場合に～が加わったとしたら」という点にまで注意を向けることができる想像力を養わせるための工夫が必要になる．しかしながら，医療現場における KYT の能動的学習は有効と考えられるが，実際に使用されているケースは少ない．

1.3 目的

本研究では，能動的に探索可能な 360 度映像と，それに組み合わせて知識伝達が行なえるシステムを用いた危険予知トレーニング教材の開発を行う．具体的には，360 度映像による KYT 教材と 2D 映像による KYT 教材を比較し，学習者の意識改善と知識獲得効率を評価する．また，看護知識を持たない初学者に当たる学生を対象に実験を行う．

2. 方法

2.1 教材作成

教材は，北里大学病院の新人看護職員研修で，実際に使用されているシミュレーションのシナリオを基に作成した．登場人物は患者役 4 名と看護師役 1 名で，大部屋に患者役 4 名が，それぞれ肺炎，脱水症，貧血，糖尿病の症状でベッドに横になっているという設定である．看護師役は，複数患者がいる中での多重課題や，時間切迫，作業中断時の患者対応等をテーマにシミュレーションを行なう．
動画は，360 度動画（図 1）と 2D 動画（図 2）をそれぞれ全天球カメラとビデオカメラを用いて，実際のシミュレーションの様子を撮影した．実験で使用する機材はヘッドマウントディスプレイ（以降，HMD と記載）と液晶モニタで，それぞれ
360 度映像と 2D 映像を投影する．

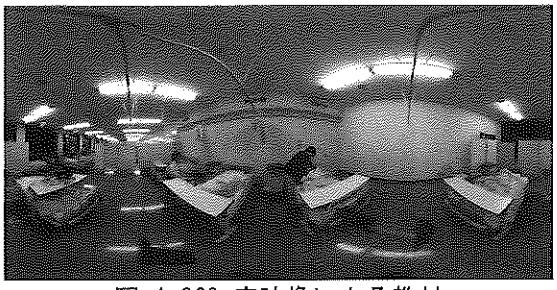


図 1 360 度映像による教材

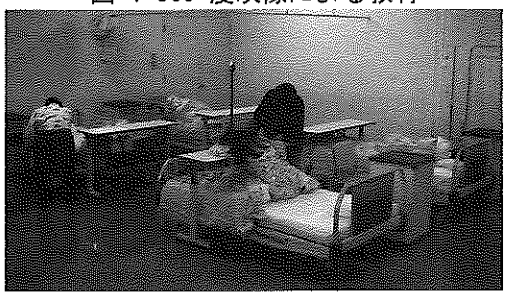


図 2 2D 映像による教材

2.2 実験デザイン

本実験では 1 要因 2 水準被験者間計画の実験を行い，メディア要因（360 度 vs. 2D）の評価を行う．条件を以下に表す．

A) HMD を使用した 360 度映像ベースの危険予知教材

B) 液晶モニタを使用した 2D 映像ベースの危険予知教材

（以降，教材 A と B と記載）

データは 15 組（合計 30 名）の参加者から収集する．実験参加者は，上記 2 つのシステムの内どちらか 1 つを使用し，15 項目の 7 段階リッカートスケールによるアンケートとペーパーテストに回答させる．

2.3 実験手順

教材 A, B をそれぞれグループ A, B に分けて視聴させる．はじめに，教材に登場する患者役の状況設定を説明する．次に，説明文入りの教材を閲覧させ，映像内で看護師役がとった行動について説明する．その後，アンケートを記入させる．次に説明文なし教材を示し，視線データを取る． HMD を使用しているグループ A では視聴行動を録画，液晶モニタを使用しているグループ B ではアイトラッカーにより視聴時の視線を計測する．その後，教材に関するペーパーテストに解答させ，実験終了となる．

2.4 評価方法

液晶モニタを使用した 2D 映像ベースの危険予知教材は，本実験目的の比較対象として使用する．360 度映像は，360 度動画を HMD 上に表示させ，上下左右前後どの方向を向いても仮想現実空間が表示される．これにより，動画を能動的に探索できるものとする．また，2D 映像，360 度映像の解像度は，検証の誤差をなくすためにそれぞれ同一のものを使用する．教材 B の検証には，視線運動解析システムであるアイトラッカーを用いて，視線運動計測を行い，解析する．

リッカートスケールによるアンケート結果をカテゴリー毎に集計し，t 検定により平均値に差があることを検定する．アンケート内容は，態度評価の観点から，看護に対する恐怖心，一般学習意欲，危険予知訓練意欲，看護学習の大変さ，映像体験学習のやりがいの 5 つを大項目とし，それぞれの大項目に 3 つの質問を用意し，「とてもそう思う」から「全くそう思わない」の間の 7 段階で答えさせる．得られたアンケート結果から意識変化について評価を行う．

予めリストアップしておいた危険箇所項目を元に，グループ A では視聴行動を録画した映像，グループ B では視聴時の視線計測結果を分析する．これら 2 つの分析結果と，ペーパーテストのテスト結果を合わせて知識獲得効率について評価する．

参考文献

1) 石川雅彦．医療安全トレーニングのコンピテンシーと今後の展開—KYT から CRM，LOFT へ．看護管理特集 医療安全トレーニングをどう進めるか．pp. 184-188，2006.

2) 佐橋朋代，高坂かおり，浅井可奈子，他．新人看護師の転倒・転落防止技術教育における KYT を用いた教育方法の効果，日本看護学回論文集－看護教育, Vol. 39, pp. 127-129, 2008.

3) 五十嵐真理，田中千晶，住吉智子，他．看護学生の危険予知に関する研究—小児臨床写真を用いた視線運動と観察による分析—，新潟大学保健学雑誌，pp. 17-24，2014.

4) 小滝民恵，藤井智子，坊坂景子，他．転倒に関する看護師の危険予測の視点－危険予知トレーニング(KYT)を用いて（第 4 回中国四国地区国立病院機構・国立療養所，看護研究学会，知と技で紡ぐぬくもりを看護に），中国四国地区国立病院機構・国立医療所看護研究学会誌，Vol. 4，pp. 234-237，2008.

5) 西方真弓，西原亜矢子，定方美恵子，他．新人看護師の‘観察・判断への気づき’を育てる教育プログラムの評価－経験豊富な看護師の‘DVD 教材’視聴による気づきの分析－，新潟大学保健学雑誌，pp. 25-32，2014.

[連絡先]

ながお としき

e-mail : a5813060@aoyama. jp

運転免許保有率と歩行中及び自転車運転中死者・負傷者との相関関係

○高橋壮明，伊藤舞芳東北学院大学・教養学部・人間科学科・吉田信彌ゼミ

Correlations of percent licensed to fatalities and accidents of pedestrians and bicyclists

Takeaki TAKAHASHI, Maika ITO
Tohoku Gakuin University, Faculty of Liberal Arts, Development of Human Sciences Yoshida Shiniya seminar

1.目的

市村ら [1]によると運転免許の保有率が高いほど歩行者において死者・負傷者が少ないことから,運転免許の保有が事故を減らす効果があるという.一方,西田 [2]は自転車事故は免許の有無によって事故率に差があるとは認めなかった．西田によると自転車では事故全体の暴露量当たりの事故率はほぼ同じであり，運転免許保有者では動静不注視や予測不適による人的要因の事故が多く,非保有者では信号無視や一時不停止による法令違反の事故が多い．事故の要因は違うが事故率はほぼ同じであるため，運転免許保有者は非保有者に比べて安全な自転車利用者であるとは言えないという．

免許保有の効果が矛盾する上記の先行研究の結果について,ここでは自転車運転中・歩行中と免許保有率の相関関係から検証した．

2.方法

2-1 データ

自転車運転中と歩行中の死者数と負傷者数は「交通統計」（交通事故総合分析センター刊）の「状態別・年齢層別死者数・負傷者数 [3]」,免許保有者数は「交通統計」の「年齢別・男女別免許保有者の前年比較 [4]」から抽出した．対象は 1978 年から 2014 年までの 20 歳以上である.その年齢層は 1978 年から 1995 年までは 20 歳から 5 歳区切りで 70 歳以上まで 11 段階に分かれ,1996年以降は 70歳以上が 70～75歳と 75 歳以上に区別されるため 12段階の年齢層になっている．

免許保有率（人口に占める免許保有者の割合）は人口と免許保有者数から男女別に算出した.人口のデータは総務省統計局の「年齢（各年）,男女別人口 [5]」を使用した．対象の年齢層・年代は免許保有者数と同様である．　人口 10 万人当たりの自転車乗用中及び歩行中の死者数と負傷者数は「状態別・年齢層別死者数・負傷者数」と統計局の人口表をもとに 20 歳以上について男女別に算出した．

2-2 相関図

算出した男女別年齢層ごとの人口 10 万人当たりの死者数・負傷者数と免許保有率との組から，歩行中死者・歩行中負傷者・自転車運転中死者・自転車運転中負傷者の 4 つと男女別の免許保有率の相関図を作成した.相関図には男性,女性それぞれ 426 組の点と回帰直線を表示した.回帰直線の傾き,関与率の値から歩行中及び自転車運転中の死者・負傷者と免許保有率の関係を検証した.

3.結果

3-1 歩行中死者・負傷者

歩行中の死者発生率と免許保有率では男性の場合 R^2=0.829 で女性の場合 R^2=0.5477 と男女ともに関与率が高い.負傷者発生率は男性の場合 R^2=0.612 で女性の場合 R^2=0.6707 で男女ともに関与率が高い．つまり歩行中においては免許保有率が高くなると死者も負傷者も事故の発生率は低くなる負の相関関係が見られた（図 1、図 2）．

男性と女性で同じ免許保有率の時は男性の方が死者も負傷者も事故の発生率が高かった．

3-2 自転車運転中死者・負傷者

自転車運転中の死者発生率と免許保有率では男性の場合 R^2=0.8704 で女性の場合 R^2=0.6509 で男女ともに関与率が高い.しかし,女性の回帰直線の傾きは緩やかで,死者発生率の差は小さかった.負傷者発生率は男性の場合 R^2=0.452 で関与率が高く,女性の場合 R^2=0.049 で無相関であった（図 3、図 4）．

自転車運転中の男性は,歩行中と同様に免許保有率と負の相関関係が見られ,同じ免許保有率では男性の方が死者の発生率が高かった.しかし女性の場合は免許保有率との関係が見られなかった．

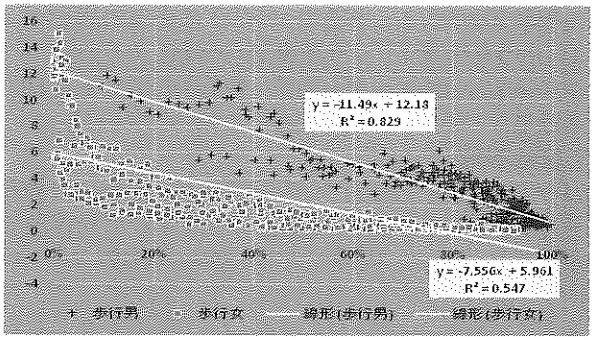


図 1. 歩行中死者と免許保有率の相関図

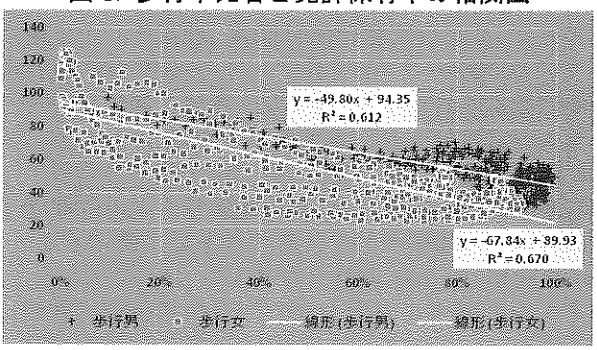


図 2. 歩行中負傷者と免許保有率の相関図

4.考察

4-1 歩行中死者・負傷者

歩行中では免許保有率が上がるにつれて死者・負傷者が減り関与率の値が高いという結果から,運転免許の保有は事故を防止する大きな要因と考えられる.

同じ免許保有率で死者・負傷者の発生率が男性の方が高いのは,男性と女性の夜の行動の違いが関与すると考えられる.男性は女性よりも夜に外出し暴露率が高く,飲酒率も高い.女性は夜の外出の際に防犯上明るい所を歩くと推測される.そのため男性では自動車との遭遇機会が多く,飲酒により判断力が鈍り男性の事故が起きやすいと推測される.

4-2 自転車運転中死者・負傷者

自転車運転中の男性では歩行中と同様のことが言える.しかし,女性は死者では免許保有率が高い群と低い群で死者の差が小さく関係が薄い.また負傷者も関与率が低かった. 相関の分析から女性の自転車運転には運転免許の保有が事故を防止する効果がなかった. 同じ免許保有率で男性の死者の事故発生率が女性より高いのは,男性の方が速いスピードで運転していることと,歩行中と同様に夜間行動の違いが原因と考えられる.

4-3 女性自転車運転者

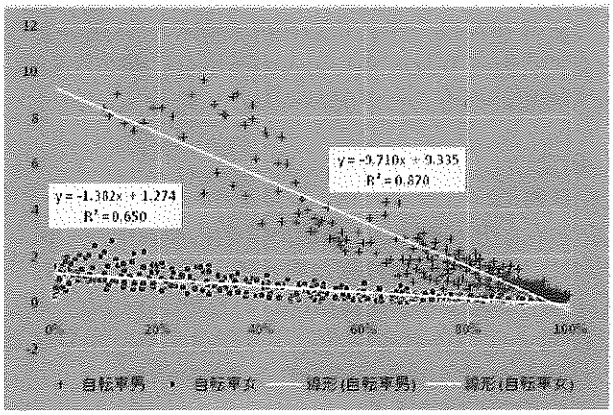


図 3.自転車運転中死者と免許保有率の相関図

自転車運転中の女性のみ免許保有率が関係なかった理由に関しては少なくとも次の 3 点を考慮する必要がある.

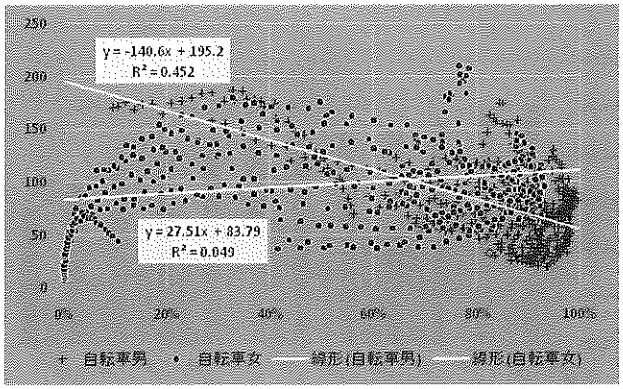


図 4.自転車運転中死者と免許保有率の相関図

1 点目に自転車事故統計の問題がある. 自転車対自動車の事故は保険のため警察の事故証明が必要なので,統計の漏れは少ないが,自転車対歩行者などの自動車以外との事故は警察に申告されないこともあるため, 自転車事故は一部の事故しか取り上げていない可能性がある.

2 点目は,免許保有率の比較の方法である.今回は年齢層ごとの免許保有率を使用したが,個々人の免許の有無による差を検討したわけではない.自転車運転中・歩行中の当事者（死者,負傷者）の免許保有の有無の違いを検討する必要がある.

3 点目は, 事故には免許保有率の他に別の要因, 例えば夜間行動の男女差などが加わる. 女性の自転車運転には,さらに別の要因が加わり,純粋な免許保有率と事故の関係を捉えることが出来なかった可能性がある.

5.まとめ

歩行中の死者,負傷者と免許保有率は相関関係があり,自動車を運転する際の知識が事故の防止に貢献していると言える.

西田 [2]と今回の結果を比べると,結論においては女性の場合は自転車運転中において免許保有率との関係が見られず一致したが,男性の場合は不一致であった.西田では対象の期間が 2009 年-2011 年であり,今回の検証では 1978-2014 年でより長期の期間を対象にした.女性の免許保有率の低かった時代のことも含めてこそより統合的な分析ができるが, 近年のデータでも他の要因を考慮して信頼できるデータを利用すれば状態別の当事者の免許保有率の有無の違いを検討できると考えられる.

6.文献

1)市村聡・小山美紀・萱場正浩・佐藤伸・佐藤博 文・佐藤結香・二瓶耕太郎・吉田信爾 : 安全知識の普及と歩行者事故の推移 日本交通心理学会平成 15 年度秋季(第 68 回)大会発表論文集, p,69-72, 2003

2) 西田泰:運転免許保有の有無別自転車事故分析, 交通事故総合分析センター,p6-13,2012.

3) 交通事故総合分析センター : 交通統計 第 3 編 第 3 部 1978-2014,

4) 交通事故総合分析センター : 交通統計 第 6 編, 1978-2014

5) 総務省統計局,1978-2014,人口推計 available from http://www.stat.go.jp/data/jinsui/

[連絡先]
たかはし たけあき
e-mail:s1455136@g.tohoku-gakuin.ac.jp

1a4-4

昼間の自転車事故と運転免許保有率の関係

○伊藤舞芳,高橋壯明東北学院大学教養学部人間科学科

Relation between the injured cyclists and their driver's license during daytime

Maika ITO, Takeaki TAKAHASHI
Tohoku Gakuin University, Faculty of Liberal Arts

1. はじめに

運転免許の保有は交通安全の知識を増し，歩行者・自転車運転者のどちらもその行動を安全にすると考えられる．ところが高橋・伊藤[1]で女性の自転車運転には免許保有による効果が認められなかった．
そのため本研究ではその理由を検討する．

2. 研究 1

2.1 目的

高橋・伊藤[1]では運転免許の保有率の向上が歩行者事故と男性の自転車事故を減少させるという関係が明らかになったが，その他に夜の行動の男女差も死者・負傷者の増減に関係することが示唆された． よって研究 1 では免許保有率だけでなく事故発生の時間帯が歩行中と自転車運転中の死者・負傷者の増減にどう影響するかを主に夜間を中心に検討することを目的とした．

2.2 方法

今回使用したデータはイタルダ委託集計より,歩行者事故についても飲酒の有無が集計されている 2012 年から 2014 年までのものを使用し，死・負傷者数を抽出した.委託集計の項目は時間帯（昼，日没から 20 時までの夜間，20 時以降から明け方までの夜間の 3 つ）,状態（自転車運転中と歩行中）,性別,年齢（20 歳～24 歳以降 75 歳以上まで 5 歳刻み），飲酒の有無と調査不能,運転免許保有の有無であった.自転車事故の特徴として自転車同士や対歩行者事故では届け出がされないという点を配慮し,分析の対象は自動車保険が適用され警察により事故処理が行われる自転車対自動車事故に限定した．

運転免許保有率の算出には総務省統計局,運転免許保有者数は交通統計よりそれぞれ該当年のものを使用した．

2.3 結果

死者については年齢層別に分けるとサンプル数が少ない年齢層が出るので，本研究では負傷者についてのみ述べる． 時間帯別で負傷者数の割合をみたとき男性は夜間の歩行中負傷者が多く自転者運転中事故が少ないという特徴的な傾向があった（図 1）．男女で飲酒率を比較したところ歩行中・自転車運転中のいずれも
男性の方が高い傾向にあった．

2.4 考察

時間帯別負傷者数より，夜間は自転車事故の割合が男性でも 30%以下と低く（図 1），歩行中事故では男性は女性よりその割合が高くなり，高齢化すると少なくなることが分かった．

まず夜間の自転車事故が減少する原因は車のライトの存在だと推測した.自転車事故で最も多いのは出会い頭であるが[2] 夜間走行中の車はライトを点けているため自転車が自動車の存在に気づきやすく出会い頭事故の発生件数が減少するのである．

次に夜間に男性の歩行中負傷者が増加する理由として飲酒による判断力の低下が免許保有の効果を打ち消し，不安全行動を起こすためだと考えた.負傷者数が多いのは単に歩行者が多いゆえの事故遭遇機会の高さだけではなく飲酒が関係しているのである．

つまり夜間は，歩行中負傷者を増やす作用がある一方で自転車事故の多くを占める出会い頭事故を減らす作用があることが分かった．

3. 研究 2

3.1 目的

研究 1 より，夜間では事故の発生に運転免許の保有だけではなく，夜間行動の男女差，飲酒，自動車のライトなどが関係し，複雑になることが分かった．そこで研究 2 では免許の効果のみを検討するため男女とも昼間のみで負傷者発生事故と運転免許保
有率の関係を検討した．

3.2 方法

研究 1 と同様に，イタルダ委託集計から昼間の時間帯の歩行中・自転車運転中の男女負傷者数とその免許保有率を算出した．

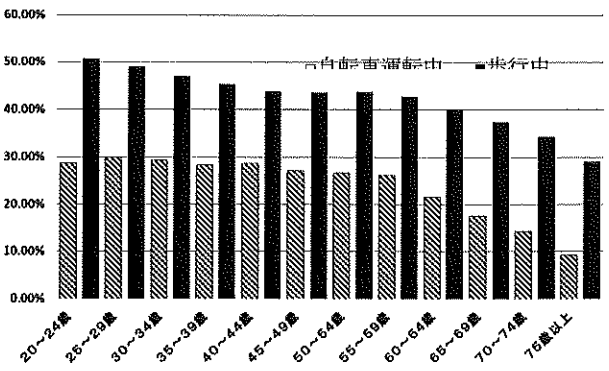


図 1 男性状態別負傷者数の夜間割合

3.3 結果

男女とも免許保有率はすべての年齢層において自

転車運転中，歩行中，当該人口の免許保有率という順に高かった（図 2，3）．

男性の人口に対する免許保有率の最高は 97.92%で自転車運転中では 35～39 歳の 68.82%が最も高かった.女性の免許保有率が最も高いのは 40～44 歳の 92.17%であった.昼間の自転車運転中負傷者の同年齢層の保有率は 55.25%と下がるが，この値は自転車運転中負傷者の中で最高値であった．全年齢層をみても自転車運転中の女性の保有率は高くても 50%台前半であった.

自転車運転中と歩行中の免許保有率の差は男女共に約 10%近くあったが女性の自転車運転中負傷者の免許保有率は相対的に低かった.

3.4 考察

3.4.1 自転車運転中負傷者の免許保有率

男女とも全体の保有率より歩行中も自転車運転中も免許保有率が低い結果から，やはり事故に遭った人は免許保有率が低いということが分かった．さらに今回は 2012 年から 2014 年という直近のデータをもとに分析を行ったが女性の自転車運転中負傷者の免許保有率は高くても 50%台と低い結果であったことからそれ以前の年齢層はさらに保有率が低いことがうかがえる．さらに女性の自転車負傷運転者はその保有率から自動車を運転せず，主な交通手段は自転車であると予想される.

3.4.2 女性の自転車運転の特徴

高橋・伊藤 [1] では男性の免許保有率と事故との間に相関があったが女性の自転車運転中ではみられなかった.そこで我々はその理由として女性の安全行動への規定要因が異なるためだと考えた.

女性の安全行動の規定要因を特定するため負傷時の主な自転車利用目的を検討した結果，他者や環境が安全行動を規定しているのではないかと考えた.

女性の自転車利用は，買い物や送迎が多く [2] これらの行動は同様の時間，集団的に行われる傾向がある．その際に同世代の自転車運転を目にすることが多く，他者の行動から影響を受ける可能性と機会が高くなると予想される.その点男性は同世代の自転車運転を目にする機会は少なく，同世代からの影響を受けることが少ない．女性自転車運転中の免許保有率は高くても 50%程度である.影響を与える可能性のある集団の免許保有率が低いということは交通ルールに背いた行動が女性の自転車利用者に示されている可能性が高い.このようにある集団や環境から受ける影響により社会的ルールから外れた行動をすることを「みんなが原理」という社会的ジレンマ論で説明できる [3] .例えば一時停止すべき場所で，止まるべきだがみんなが止まらないときどうするかというジレンマがある．そのとき多数の非免許者の行動にひっぱられるのである.

以上のことから，女性の運転免許保有率と自転車運転中の事故に相関がない理由として，免許を保有していても，非保有者の行動の影響を女性は受けやすく不安全行動を起こすからであると考えた.

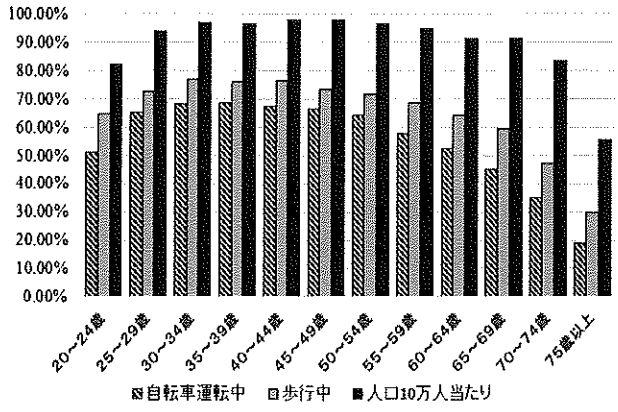


図 2　男性昼間状態別免許保有率

4. まとめ

本研究では女性の安全行動は免許保有による知識の有無だけではなく周囲の環境により規定されることが分かった．本来社会的ジレンマに性差はなく，環境が異なれば男性にもいえることである．しかし，本研究はあくまでも事故者のみを対象としたため歩行者・自転車運転者全体の結果ではない.そのため今後の課題として実際に女性の免許保有の有無と行動についてデータを収集，分析していく必要があるだろう.

5. 文献

1) 高橋・伊藤：運転免許保有率と歩行中及び自転車運転中死者・負傷者との相関関係，日本人間工学会第 46 回関東支部大会・第 22 回卒研発表会,2016

2) 交通事故総合分析センター：交通事故統計年報，p.262-264，2012-2014

3) 山岸俊男：社会的ジレンマ，PHP 研究所,2000

[連絡先] いとう まいか
e-mail：s1455105@g.tohoku-gakuin.ac.jp

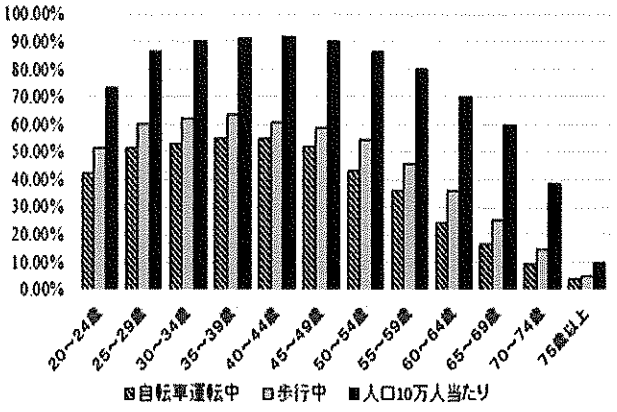


図 3　女性昼間状態別免許保有率

1b4-1

テレビ電話コミュニケーションにおけるリアル感向上に関する研究

～アイコンタクトの成立条件に着目して～

○竹ノ内盛二，吉武良治芝浦工業大学デザイン工学部 UX デザイン研究室

Study on enhancing realism in videophone communication - Focusing on establishment condition of eye contact - Seiji TAKENOUCHI and Ryoji YOSHITAKE

UX Design Lab, Shibaura Institute Technology

1. 背景・目的

近年、インターネットなどの高速通信インフラを誰もが手軽に利用でき、企業や個人でテレビ電　話システムを利用する機会は格段に増えている。しかし、直接対面でのコミュニケーションと同等のリアル感を、テレビ電話システムを介したコミュニケーションで実現することはできない。テレ　ビ電話コミュニケーションにおいて、双方は同じ空間を有していないため、お互いの状態を正確に理解することが難しく、このことがテレビ電話コミュニケーションでのリアル感低下の大きな要　因であると言われている。また、岡田ら[1]はテレビ電話コミュニケーション環境下での視線情報の相互理解が、お互いの状態把握に大きく関与するとしている。このことから、本研究では、ゲイズアウェアネスのアイコンタクトについて着目した後、テレビ電話コミュニケーション環境下で、アイコンタクトが成立する割合が多くなると、リアル感が向上することを前提として研究を進めた。

本研究では、テレビ電話コミュニケーション環境下でのアイコンタクトの成立許容範囲を分析することで、よりリアル感の高いテレビ電話システムについて検討することを目的とする。

2. 予備調査

2.1　テレビ電話使用環境条件の設定

まず、現存するテレビ電話システムの使用実態を知るために、10 代から 50 代までの 51 名(男 33 名：女 18 名)にアンケート調査とヒアリング調査を行った。その結果に従い、本研究で想定するテレビ電話使用環境条件を表 1 のように定めた。

使用場所	自宅
対話相手	友人
対話人数	1 人
使用システム	Skype
使用 PC スペック	Macbook Pro(Retina,13 inch,Early 2015
	13.3 インチ (2560×1600)
	Intel Iris Graphics 6100 1536MB

表 1　テレビ電話使用環境条件

2.2　先行研究

本研究で考えるようなテレビ電話時のアイコンタクトの成立許容範囲についての研究はほとんど行われていない。しかし、2006 年に吉富らが行った実験[2]はアイコンタクトの度合いを検討していたことから、この実験の実験条件や考察方法などを参考にして実験計画を検討し、本研究を進めた。まずは吉富らの研究を以下に示す。

吉富らは証明写真のような写真を図 1 のように撮影し、視線を少しずつずらした「無表情」，「笑顔」の２つの表情をそれぞれ複数枚用意した。この複数画像を対話者と仮定した実験協力者に、アイコンタクトが取れているか、取れていないかの 2 択で判定をしてもらい、視線の一致率を求めた。結果、「笑顔」表情の方が、縦方向の許容角度が増えたことが分かった。また、目の大きさ、メガネの有無についても同様の方法で視線の一致率を求め、様々な要素を考慮した後、カメラの位置を中心円の中央として、視線の成立範囲を図 2 のように求めた。

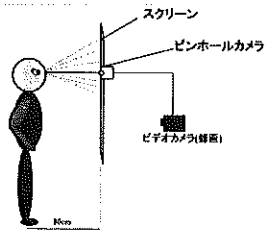


図 1　実験環境

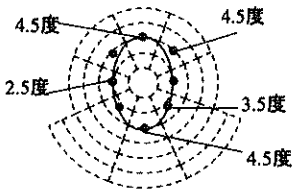


図 2 視線成立範囲

本研究では、表情を 4 つに増やし、極限法を用いて、7 段階均等評価でそれぞれの表情を評価した。他の要素を入れず、顔表情に特化することで、正確な基礎データ収集を目指した。

3.実験

表情別のアイコンタクト成立許容範囲を検討する目的で、20 代の男性 13 名に評価実験を行った。

顔表情は目開き具合が小さい順に、「笑顔」，「怒り」，「無表情」，「驚き」の 4 表情で行った。まず、各 4 表情について、8 方向で目線をカメラから 1cm ずつずらした 8cm まで 8 打点の、計 64 画像（64 画像）を用意した。実験協力者は、図 4 のような状態でい

ずれかの表情を見て、アイコンタクトが「確実に合っている」から、「確実に合っていない」までの 7 段階評価を行った。また、極限法を用いて、第 1 試行は目線がカメラからだんだん離れていく画像を順に評価し、第 2 試行は目線がカメラからだんだん近づいていく画像を順に評価してもらった(合計画像 128 枚)。基準画像として、カメラを直視している画像を 8 枚の評価が終わる毎に確認してもらい、第 1 試行と第 2 試行の間は任意で 5 分以内の休憩を挟んだ。

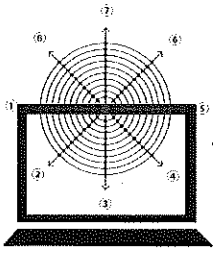


図3 8方向と8打点

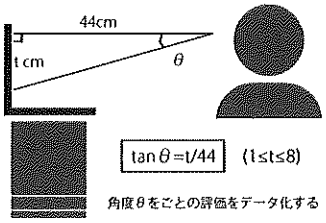
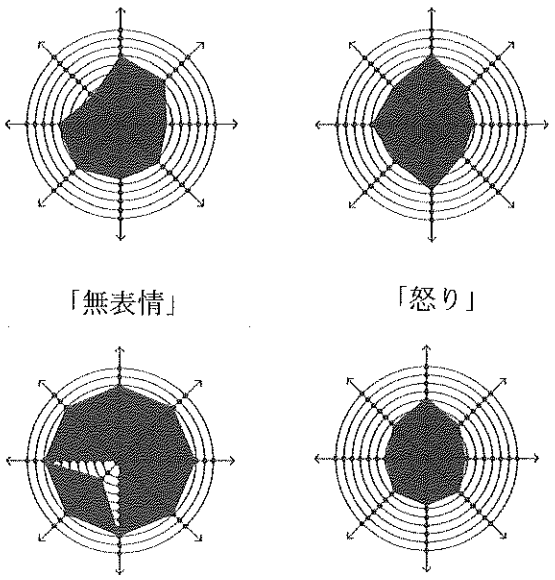


図4 実験環境と計算式

4. 結果・考察

図 4 に示す計算式（tanθ=t/44）により、角度 θ を求めた。顔表情別に角度 θ とアイコンタクトの成立判定との関連を 8 角チャートで示すことで、その成立許容範囲を視覚化した。同時に、目の開き具合によってアイコンタクトの成立許容範囲がどう変化するかについても考察した。

各 4 表情における、アイコンタクトの成立許容範囲を 8 角チャートで図 5 に示す。「無表情」時を基準に他の表情を考えると、「怒り」時のアイコンタクト成立範囲は、「無表情」時よりも上下方向の評価が若干高くなった。これには、「怒り」表情時に縦方向の目の開き具合が小さくなり、その分、黒目の移動を認識しづらいことや、「怒り」表情が実験協力者に緊迫感を与えることなど、身体的要素と心理的要素の 2 つの側面が考えられる。「笑顔」時のアイコンタクトの成立範囲は、左下 45 度方向の 2.5cm までを除いて、アイコンタクトが成立したとみなされた。通常ならば、距離が近ければ評価は上がり、距離が遠ければ評価は下がる。基本的にこの法則が逆転することはない。しかし、今回このような例外になったのは、使用した顔画像の目の開き具合が極端に小さく、黒目がほとんど見えないような画像であったためだと考えられる。「驚き」時のアイコンタクトの成立範囲はほぼ上下左右対称であり、方向による差も少ない。これは、使用した顔画像の目の開き具合が極端に大きく、全方向で黒目の動きが認識しやすいので、評価者や方向による差が小さかったためだと考えられる。



5.今後の展望

今回、使用したデータ数は各表情で 20 代の男性のみ 3 人だったが、今後は女性や年齢層の高い人のデータを集めて、さらに多角的で、正確な研究を目指していく。最終的には、表情別に得られたアイコンタクトの成立範囲の特徴から、よりリアル感のあるテレビ電話のための利用指針や設計指針について提案する。

6.参考文献

1) 岡田謙一,松下温：協調の次元階層モデルとグループウェアへの適用,情報処理学会,研究報告書,1993 巻 95 号,pp.87-94,1993.
2) 吉富千紗,中嶋信生：テレビ電話におけるアイコンタクト効果の検討,情報処理学会,研究報告 2006-AVM-53(11),pp.53-56,2006.

【連絡先】
竹ノ内 盛二
e-mail:cy13226@shibaura-it.ac.jp

図 5 アイコンタクトの成立許容範囲

スマートフォンにおける片手親指操作の動作特性

○伊藤卓朗*，吉武良治*
*芝浦工業大学デザイン工学部ＵＸデザイン研究室
Operating Characteristics of One-handed Thumb Use on Smartphone
Takuro ITO* and Ryoji YOSHITAKE*
*User Experience Design Lab, Shibaura Institute of Technology

1. 背景・目的

1.1 スマートフォンの普及

iPhone に代表される前面タッチパネルを搭載したスマートフォンの登場から約十年を迎える。スマートフォン市場の成熟とともにタッチ操作領域が3インチ程度だったものが、現在では5.5インチ程度まで拡大してきた。

iPhone5に代表される4インチサイズまでは、片手親指だけでの操作も概ね可能であったが、iPhone6, iPhone6 Plus など4.7～5.5インチでは手の大きな男性でも片手だけでの操作が難しくなった。スマートフォンを片手で操作できることは大きなメリットであるが、大画面サイズでも片手で操作できるユーザーインタフェースを実装しているアプリケーションは少ない。

1.2 スライド操作の多様化

Pokemon GO のモンスターボールを投げる動作に独自の全く新しいスライド操作が採用されるなど、画面上でのスライド操作が多様化してきている。また、今後も工夫を凝らしたスライド操作が実装される可能性は多いにあると考えられる。

1.3 本研究の目的

親指片手でのタッチポインティング操作についての研究は多い[1~3]。一方、片手親指スライド操作に関する操作特性を詳細に検討している知見はみあたらない。よって本研究では、大画面スマートフォンのアプリケーションを作成する際のインタフェースデザインに貢献するために片手親指スライド操作の動作特性に関する基礎的なデータを収集することを目的とする。本研究におけるスライド操作とは、フリック/スワイプ/ドラッグなどの画面上で指を滑らす動作の総称と定義する。

2. 実験内容

2.1 実験用アプリの開発

iOS 用アプリを用いて実験を行うため、Apple 社より提供されている開発言語 Swift2.0 と開発ツール Xcode を用いた。

以下 1~4 を繰り返し行う機能を実装した。

① 図 1 の 24 点のうち任意の点に円とスライドする方向に矢印を表示させる
② スライド動作を行うと矢印の方向がランダムに切り替わる（図 2）
③ 8 方向へのスライド動作が終了すると、任意の点がランダムに切り替わる
④ タッチイベントに関するデータを算出し記録する

タッチイベントとは、タッチ開始、タッチ終了のイベントに加え、移動経過点座標や距離、速度等である。

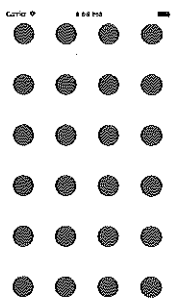


図 1 画面上の 24 点

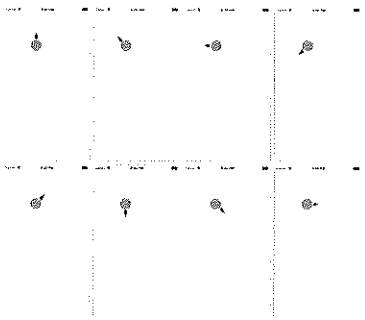


図 2 表示した矢印方向

2.2 タッチエリアの計測

タッチ可能領域を可視化するために、画面上のタッチしたポイントを塗りつぶすアプリケーションを開発した。実験の前に片手親指操作時の持ち方において、届く範囲すべてを塗りつぶすように指示した。その結果の一部を図 3 に示す。共通点として、画面左端の一帯には届いていたこと、左端につれて上部に届かなくなっていることがわかった。相違点として、画面下部の塗り範囲が大きくことなっていることがわかった。

これは、個々人の手や指の大きさや長さ、スマートフォンの持ち方に起因すると考えられる。図 3 の左では、スマートフォンの右下の角が手の中心になるような持ち方、図 3 の右ではスマートフォンの左端から右端を人差し指から薬指の第1関節と第3関節でホールドするような持ち方であった。

2.3 実験方法

実験タスクは、画面上に表示された任意のポイントから表示された任意の矢印方向にスライド操作を行うこととした。実験参加者に対して、なるべく早く正確に、スマートフォンを持ち替えずに、右手

（利き手）で操作を行うよう指示した。

実験環境は、机から腹までの距離を 15cm とし、あご台の高さを 31.5cm に固定し、デバイスは iPhone5 を用いた。

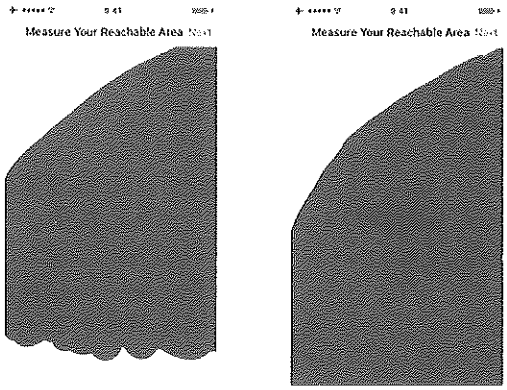


図 3　タッチエリア計測結果

3. 実験結果

実験から得られた CSV ファイルから各点に対するグラフを VBSctipt を用いて生成した。全体の傾向を把握するために、取得したデータをひとつにまとめたのが図 4 である。

図 4 から、上方向へのスライド操作では持ち手側に弧を描く傾向があることがわかった。下方向へのスライド操作でも持ち手側に弧を描く傾向があったが、弧の曲率は上方向へのスライド操作のほうが大きい。

また、右方向へのスライド操作では画面下方向に向かって弧を描く傾向にあり、左方向へのスライド操作では画面上方向に向かって弧を描く傾向にあることがわかる。

右上方向、左下方向へのスライド操作の軌跡は他と比べて長くなっているが、一方で左上方向、右下方向では軌跡は短くなっている。

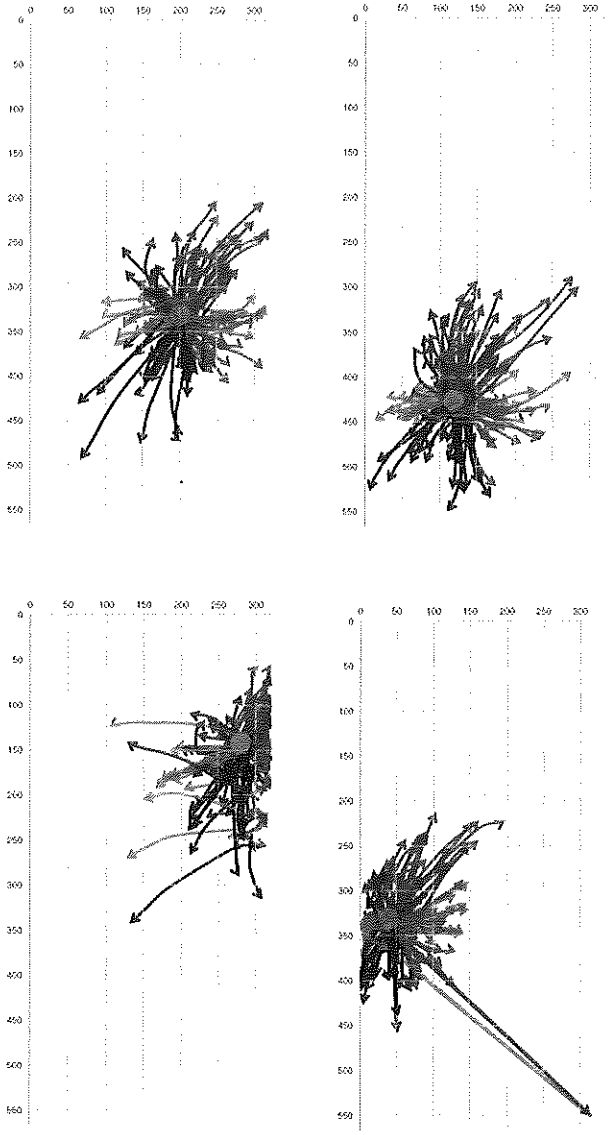


図 4.　取得した軌跡

4. 考察

利用者がスマートフォン端末を持ったとき、親指は手根骨付近を中心に弧を描くように動くことになるため、これが前述の特徴に影響していると考えられる。

また、手長や手掌長、指長、関節の可動域、実験参加者の手の寸法データがどのパーセンタイルに属するかによって前述した各特性にさらに細かい違いが見られるはずである。

5. 今後の展望

今後の研究では、各個人の手の寸法データと今回の結果の相関関係を明らかにし、各分布ごとのスライド操作の動作特性を明らかにしていきたいと考えている。

6. 参考文献

1) 松浦吉祐, 郷健太郎：小型タッチ画面における片手親指の操作特性, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.9, No.4, pp.455-461, 2007.
2) Perry,K.B. and Hourcade,J.P.:Evaluating one handed thumb tapping on mobile touchscreen devices, Proceedings of Graphics Interface 2008, pp.57-64, ACM, 2008.
3) 渡邉真伍, 吉武良治：ボタン GUI のデザインがタッチポインティング動作に与える影響, 人間工学 51(suppl), pp.118-119, 2015.

[連絡先]
伊藤　卓朗
e-mail: cy13206@shibaura-it.ac.jp

1b4-3

訪日外国人を「おもてなし」する案内サインの研究 ―お台場全体を例に―

○木村那々子*, 吉武良治*
*芝浦工業大学デザイン工学部 UX デザイン研究室

A Survey on guideboards and directional sign for giving visitors from abroad "Omotenashi"
– A case of Odaiba area –

Nanako KIMURA* and Ryoji YOSHITAKE*
*User Experience Design Lab, Shibaura Institute of Technology

1. 背景、目的

2020 年に東京オリンピックの開催が決まり、「おもてなし」という言葉は東京オリンピック 2020 のコンセプトとして捉えられる。そして「おもてなし」というワードに対するアプローチの一つとして、予想される多くの訪日外国人に対し、ストレスなく日本の情報を届けることが挙げられる。
本研究では外国人が多く訪れるお台場に着目し、外国人の UX（User Experience）を考慮した「おもてなし」するサインシステムをデザインすることを目的とする。

2. 予備調査

2.1 お台場海浜公園実態調査

当初はお台場海浜公園のみを対象にしようと考えていたため、お台場海浜公園内に訪れる外国人の実態を把握するために調査を行った。
訪れていた外国人にランダムに声を掛け、35 名にインタビュー調査を行った。その結果の一部を図 1 に示す。外国人が公園に来る際に、お台場海浜公園駅方面から公式の入り口を経由して入る動線よりも、ショッピングモールなどが密集した方向から入る動線が多かった。よってショッピングモール→お台場海浜公園→水上バス→駅という動線が考えられる。しかし案内板は上記の動線にないため、案内板の存在に気づかない人がほとんどだった。
また公園内では案内板の必要性をあまり感じない人が多かったが、公園内の情報ではなく、駅の場所の情報を求める人が多いことがわかった。駅の情報は公園内の案内板の地図に書かれておらず、誘導サインも存在しないためだと思われる。

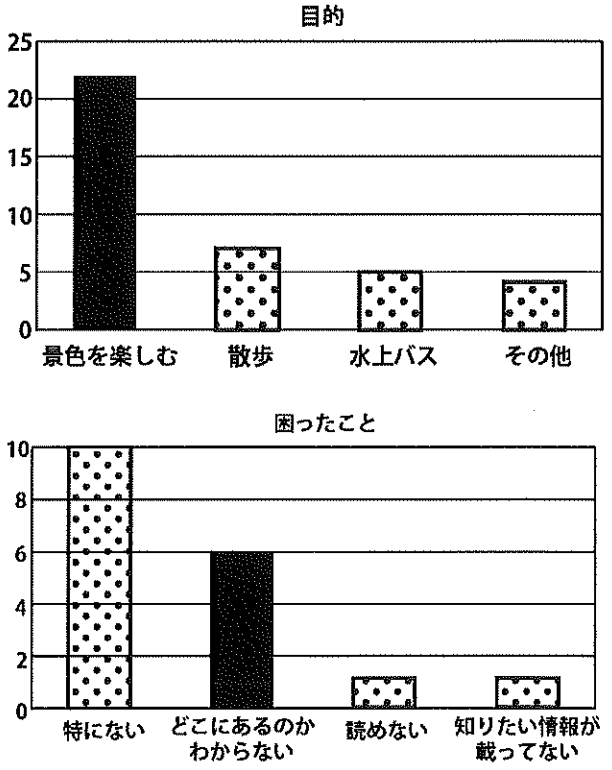


図 1　インタビュー調査結果一部抜粋

2.2 案内板に関するアンケート調査

予備調査①を踏まえ、より多くの訪日外国人の感じている案内板などに関する不満や意見を募るため、芝浦工業大学の留学生 87 名に対し、アンケート調査を行った。アンケートはグーグルフォームで作成しネット上で回答してもらった。その結果の一部を表 1 に示す。「相手を喜ばせ、満足してもらうために相手

案内板や誘導サインを利用した際に困ったこと

困ったことは特にない	38
案内板や誘導サインにほしい情報が載っていない	15
案内板や誘導サインに書いてある文章が理解できない	14
案内板に載っている地図を見ても自分の現在地が理解しづらい	12
案内板や誘導サインが少ない	10
ピクトグラムが理解できないものがある	6

表 1　アンケート結果一部抜粋

予備調査①の時と同様に「案内板の地図はどこが北を向いているのか分からず、使いづらい」という意見が多く見られた。また「目印として銅像の名前より、スターバックスなどの方がわかりやすい」という意見から、外国人の目印とするものの特徴について調査する必要があることがわかった。案内板については「案内板や誘導サインの位置がわからない」「ほしい情報があまり載 っていない」という意見から、外国人と日本人ではそれらの位置やほしい情報について相違点があるのではないかと考えられる。

2.3「おもてなし」の定義と外国人の意識調査

本研究では先行研究[1]からおもてなしを

の立場に立ち、相手の目的・状況・ニーズに合わせて心配りし、それに基づいて行う直接的または間接的な行為」と定義する。
また外国人におもてなしを感じてもらうために、留学生に対し「おもてなし」という言葉に対する意識調査を行った。グーグルフォームでアンケートを作成し、芝浦工業大学の留学生 31 名からの回答を得た。おもてなしという言葉にどのような印象を持っているか、という質問では、「とても良い」「日本人の親切心はみんな持っており日本ではとても心地良く過ごせている」という意見が多く、日本でおもてなしを感じた出来事はあったかという質問では、「買い物のとき」「コンビニ、駅、学校」という意見が多く、日本人のおもてなしを感じている外国人が多かった。しかし、「わからない」「感じたことがない」といった意見も見られた。

2. 実験計画

2.1 実験①

指定したルート上にある案内板をスライドに表示したものを見てもらい、正しい方向を選択できるか、これまでの調査結果や案内板の事前の調査から推測される要因の確認を目的とした実験を計画した。
実験参加者には事前アンケート、案内板を見ながら進む方向を選択するアンケート、実験後の自由意見アンケートの 3 つのタスクを行ってもらう。実験参加者は日本語が話せない留学生 10 名と日本人 2, 3 名(日本人と外国人の差を確認するため)とする。設定したルートを表 2 と図 2 に示す。図 2 においてショッピングコースはグレー、デートコースは黒である。

ショッピングコース	デートコース
①台場駅	①東京テレポート駅
②アクアシティ	②パレットタウン大観覧車
③ダイバーシティ	③ヴィーナスフォート
④ヴィーナスフォート	④自由の女神像
⑤ホテルグランドニッコー	⑤水上バス乗り場

表 2 お台場の 2 つのコース

案内板の事前調査からは、「すべての地図は進行方向が上に描かれており、外国にとって方向が分かりづらいのではないか」などの様々な要因が推測される。

実験①は案内板に注目した実験室実験であるため、②では案内板以外の要因も含む問題発見を行うことを目的に実験を計画した。

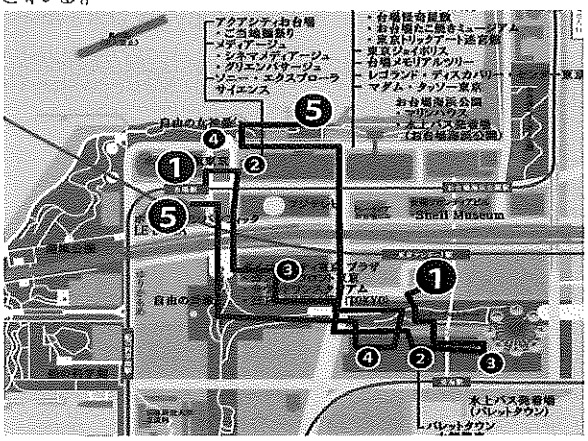


図 2 2 つのコース

3.2 実験②

実験参加者には事前アンケートに回答してもらい、設定したルートを実際に歩いてもらう。また実験後に自由意見アンケートに回答してもらう。実験参加者は日本語が話せない留学生 2 人と日本人 2 人(一人は実施済み)である。すでに実験を終えた日本人は大学生(女性)であり、事前アンケートからお台場には 5 回以上訪れたことがある。その結果を表 3 に示す。

3. 今後の展望

現在、実験①②を実施中であり、その考察や「おもてなし」に関する調査、予備調査、参考文献から外国人にとって使いやすい案内板のデザインを提案する予定である。

5. 文献

1)長尾有記 梅室博行 おもてなしを構成する要因体系化と評価ツールの開発,日本経営工学会論文誌 63(3) 126-137 2012.

[連絡先]
木村 那々子
e-mail:cy13216@shibaura-it.ac.jp

	到達時間	被験者の様子
台場駅		改札外の案内板を見る(25秒)→右から出て、目的地を発見し最短ルートで向かう。
↓ アクアシティ	2:26	案内板を見ずに、先ほど見ていた案内板の記憶を頼りに進む。→若干遠回りだが到着する。
↓ ダイバーシティ	13:33	ダイバーシティを出てすぐに建物を発見し、最短ルートで向かう。
↓ ヴィーナスフォート	20:25	出口の案内板を見てホテルの名前を発見し、だいたいの方角と位置を把握する。→方角はわかるが詳しい道筋がわからず、若干遠回りで到着する。
↓ ホテルグランドニッコー	44	

表 3 実験②結果(日本人被験者)

1b4-4

医薬品包装のチャイルドレジスタンスに関する基礎的研究

○丸山あさぎ*, 三林洋介*
(*東京都立産業技術高専)

A basic study on child resistance of pharmaceutical packaging

Asagi maruyama*, Yosuke Sanbayashi*
(* Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology)

1. はじめに

現在、子供の医薬品等の誤飲事故はたばこに次いで多く、中でも一般用医薬品に比べ医療用医薬品が増加傾向にある。欧米諸国では、製品を子供に扱いにくくすることで子供のケガや事故を予防する、チャイルドレジスタンス（以降 CR と呼称表記）という考え方に基づいて CR 容器を開発し、子どもによる誤飲事故を防止するため、法令により CR 容器の使用を義務化している。一方、日本では法制化に至っていないものの多くの薬品はボトル容器ではなく、PTP 包装されているため、CR についても考え方を検討する必要がある。それゆえ、平成 24 年 1 月～12 月に中毒情報センターが収集した 5 歳以下の子供自身による医薬品誤飲事故の現状において最も多い包装形態は PTP シートであった。本研究では、PTP シートの開封現象を明らかにするとともに CR 検討のための基礎資料を得ることを目的とする。具体的には現存する CR 実薬 PTP シートを用いて開封力学実験を行い、更に薬品使用者の開封感覚に関するパネル試験を実施した。

2. 実験方法

2.1 PTP シート力学開封実験

CR 包装として現存する 6 種類の PTP シートを用いて実験を行った（図 1）。測定にはオートグラフ試験機を用い錠剤の入った PTP シートのポケット上方位よりステンレス製 5mm 径の円柱棒にて速度 10mm/min で下方へ押し出す際の力量値を測定した。なお本実験に用いた CR の実薬 PTP シートの内、1 種はピールプッシュタイプシートで、PTP シートの表面にフイルムシートが貼られており、そのフイルムシートをはがしてから押し出すものである。他 5 種は PTP シートの表面が、乳幼児が誤って飲み込まないようにするために破れにくいプッシュスルータイプシートを採用している。
PTP シートはポケットが付される面が裏、医薬品の名前が印字してある面を表とする。

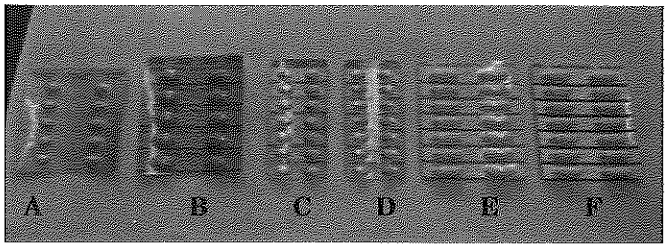


図 1 使用した CR の医薬品シート

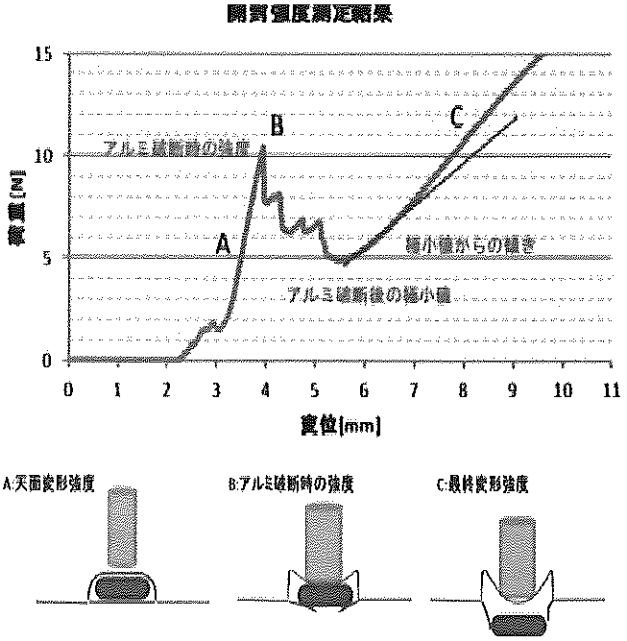
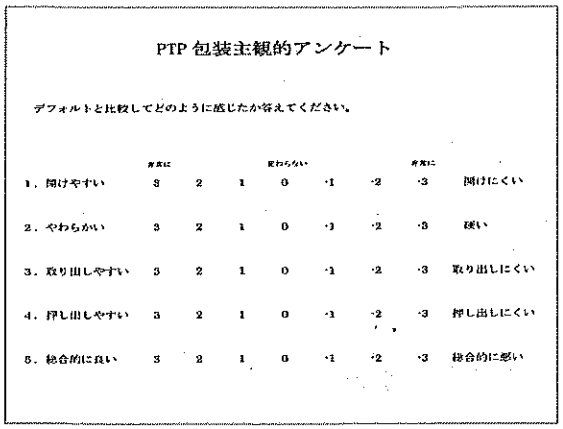


図 2 力学開封実験 時系列変化の一例

2.2 開封感覚調査

前項の力学実験と同様に、CR 包装として現存する PTP シートを用い人間の開封感覚を計測する官能測定を高専学生 5 名を対象に実施した。CR シートを普段通り開封してもらい、7 段階の SD 法により感覚項目別に回答を得た（図 3）。属性調査は医薬品の使用頻度等を尋ねる項目も含めて全被験者に実施した（図 4）。開封する際は、作業習熟に配慮して順番はランダムに決定した。また一般的な PTP シートをデフォルトとして使用し、CR 包装と交互に開封することにより常にこの標準化シートの開封感覚との比較となるよう配慮した。

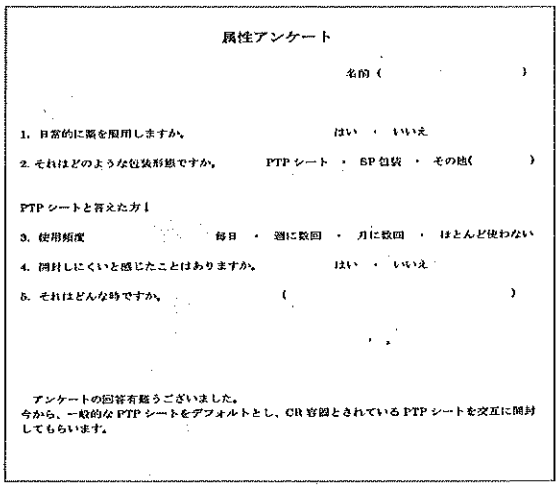


PTP 包装主観的アンケート

デフォルトと比較してどのように感じたか答えてください。

	すごく			変わらない			すごく	
1．開けやすい	3	2	1	0	-1	-2	-3	開けにくい
2．やわらかい	3	2	1	0	-1	-2	-3	硬い
3．取り出しやすい	3	2	1	0	-1	-2	-3	取り出しにくい
4．押し出しやすい	3	2	1	0	-1	-2	-3	押し出しにくい
5．総合的に良い	3	2	1	0	-1	-2	-3	総合的に悪い

図 3 PTP シート開封時の感覚調査用紙



属性アンケート

名前（　　）

1．日常的に薬を服用しますか。　　はい　・　いいえ

2．それはどのような包装形態ですか。　　PTP シート　・　SP 包装　・　その他（　　）

PTP シートと答えた方！

3．使用頻度　　毎日　・　週に数回　・　月に数回　・　ほとんど使わない

4．開封しにくいと感じたことはありますか。　　はい　・　いいえ

5．それはどんな時ですか。　　（　　）

アンケートの回答有難うございました。
今から、一般的な PTP シートをデフォルトとし、CR 容器とされている PTP シートを交互に開封してもらいます。

図4　属性調査用紙

3　実験結果

医薬品別シートの力学開封実験測定結果を時系列変化としてその一例を図 2 に示す。医薬品 PTP シートの開封現象はポケットを押し出す（図 2－A 点）ことで中の薬剤が表面のアルミを破断させる（図 2－B 点）。その後ポケットを一定距離押し出すことで薬剤が取り出される（図 2－C 点）。これらの過程を全薬品で確認した。そこで図 2 より B 点の荷重量を①、最小値からの傾斜値を②、錠剤の取り出し変位量を③として解析することとして各々、①開封強度(N)、②押出抵抗(斜度)、③押出し変位(μm)と呼称定義した。その算出結果を表 1 に示した。多田らによれば CR の PTP 包装開封強度基準下限値を 77.8[N]としているものの、本実験シートの開封強度はガイド値を上回るものは認められなかった。

実験 2.1 で得られた客観的結果と、実験 2.2 で得られた主観的項目結果の間で多重比較による相関分析の実施結果から開封強度－取り出しやすさの項目間（r＝-0.73）（図 5）、抵抗値－押し出しやすさの項目間（r＝-0.73）と比較的大きな相関係数が認められた。なお、実薬 A はピールプッシュタイプシートであるので開封動作自体が異なることから感覚調査から除外した。

実医薬品試料	開封強度 [N]	押し出し抵抗値 [斜度]	押し出し変位 [μm]
実薬 A(ﾌｨﾙﾑあり)	35.2	30.4	8.70
実薬 A(ﾌｨﾙﾑなし)	16.3	9.71	6.58
実薬 B	59.0	1.06	8.76
実薬 C	21.9	1.94	12.7
実薬 D	23.6	2.04	11.1
実薬 E	47.6	1.27	11.6
実薬 F	48.6	1.06	13.8
デフォルト	8.90	3.10	12.3

表 1 力学実験に基づく解析結果

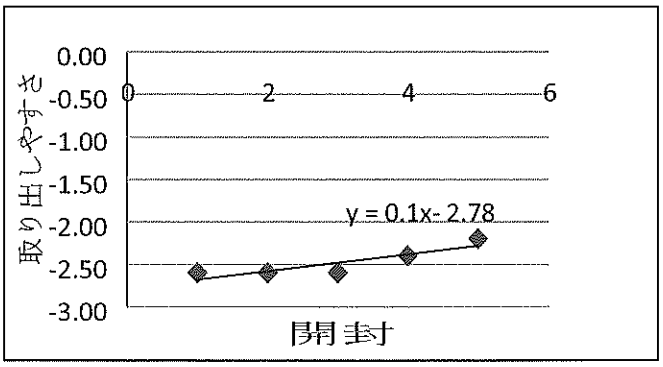


図 5　開封強度 -取り出しやすさ

4　まとめ

(1) 医薬品 CR 検討に際し、実薬による力学実験を実施し、開封現象を明らかとし具体的変量を摘出することができた。

(2) 開封強度と押し出し抵抗値が開封時の取り出し容易性の感覚量と相関性を有することを明らかにした。

参考文献

1.　消費者安全法第 31 条第 3 項に基づく経過報告 http://www.caa.go.jp/csic/action/pdf/7_houkoku_honbun.pdf

2.　加藤象二郎 大久保堯夫,初学者のための生体機能の測り方―第 2 版― 日本出版サービス,(2010)

[連絡先]
都立産業技術高専医療福祉工学コース三林研究室
〒116-0003 東京都荒川区南千住 8-17-1
E-mail:sanba@acp-metro-cit.ac.jp
FAX:03-3801-9898

1c4-1

高齢者向けスマートフォンUIの提案

○萩原広太*，佐藤雅也**，川澄正史*，小山裕徳*
*東京電機大学未来科学部情報メディア学科，
**東京電機大学院未来科学研究科情報メディア学専攻

A proposal of User Interface for Elderly users on Smartphone.

Kota HAGIWARA*, Masaya SATO**, Masashi KAWASUMI* and Hironori KOYAMA**
*Department of Information Systems and Multimedia Design,
School of Science and Technology for Future Life,Tokyo Denki University
**Information Systems and Multimedia Design,
Graduate School of Science and Technology for Future Life,Tokyo Denki University

1. はじめに

総務省による平成26年通信利用動向調査によると，世帯別のスマートフォン所有率は平成22年で10%程度であったが，平成26年時点で60%を超えている[1]．しかし，20代のスマートフォン利用率が83.3%と非常に高い値なのに対し，60代以降のスマートフォン利用率は7.3%にも満たない結果となっている．これは，60代以降の年齢層では，スマートフォンに対して複雑な機器であるというイメージから，抵抗を感じているためだと考えられる．

先行研究では，高齢者のスマートフォン利用について調査されており，高齢者の特性として「メタファが例えているものを推測できない」，「ユーザーインターフェース（以下，UI）から操作結果を推測できない」ことが報告されている[2]．また，別の特性として「操作の仕方を忘れてしまう」，「視力が弱い」といった加齢に伴う障害による問題が挙げられている．先行研究においてこれらの特性と問題点は，「メタファの意味や操作結果を文章で提示する」，「使い方を簡単におさらいできるようにする」などで解決可能であるとしている．既存の高齢者向けスマートフォン（らくらくスマートフォン）では，シンプルなメニューの構造やアイコンの大きさ，配色を考慮することで高齢者にもわかりやすいUIを提供しているが，操作説明に関する補助は実装されていない．そこで本研究では，操作結果をユーザに明示的に伝えることが可能なUIの提案と開発を行った．

2. UIにおけるアンケート調査

2.1 アンケート調査の目的

UIを作成するにあたり，現在販売されているスマートフォンのUIに関して難しい操作やわかりづらい操作を調査するため，アンケートを実施した．調査内容は，日常的に使うことが多いと考えられるホーム画面，インターネットブラウザ，メールアプリケーション，SNSアプリケーションにおいて，それぞれ使い始めた頃と現在でわかりづらいと感じる操作は何かを調査した．調査対象は18~23歳の学生18名とした．

2.2 アンケート調査の結果と考察

アンケートの結果，各項目の中で特にメールアプリケーションの使い始めた頃についての回答が多く，「送信ボックスの見方がわからない」，「メールを削除する操作において，ゴミ箱に行くものや消えてしまうものの区別がつかない」といった回答が得られた．これは，メールアプリケーションに使われている用語の意味や操作方法が難しく，わかりづらいものが多いためであると考えられる．

アンケート結果より，健常な若者であってもメールアプリケーションの操作方法が難しいことがわかった．そこで本研究では，判明した問題点を解決するようなUI提案することで，高齢者向けとしても活用できると考え，メールアプリケーションの操作UIの提案と評価を行うこととした．

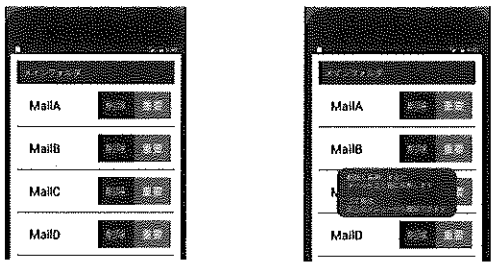
3. 試作UIの評価実験

3.1 試作UI概要

メールアプリケーションのUI改善を行うためにAndroid Studioを用いてUIの試作を行った．試作UIに実装した機能は，メール一覧，メールの内容の確認，削除，復元，お気に入り機能である．試作したUIを図1に示す．アンケートで得られたメールの削除に関する問題を解消するため，操作や用語をわかりやすく説明する機能を取り入れた．具体的には，各ボタンをタップすることで，用語や操作方法を説明するウィンドウが表示される仕組みである．また，各ボタン操作の実行はボタンを長押しした時に限定した．これは，高齢者が使用する際の誤操作防止を意図したためである．

3.2 実験概要

試作したUIの評価を行うために，被験者にメール内容の確認，削除，お気に入りのデモを行わせた．また，各操作についてボタンを長押しさせ，そのボタンの説明を読ませて説明通りに操作できるかを検討した．実験後，UIを初めて使う際に使いやすいと感じるかとUIに配置されたボタンの大きさおよび配色に関する5段階アンケートと，UIの使用感に関するSD法を用いた印象評価を実施した．対象は，健常な20代学生5名とした．



(a)受信フォルダ画面　　(b) 説 明 の 表 示

図 1 試作した UI の画面構成

4. 実験結果

5 段階評価のアンケートの結果を表 1 に示す.「ボタンの大きさは適切か」,「削除, 重要, 復元ボタンの配色は適切か」において「そう思う」意見が多い結果となった.

SD 法アンケートの結果を表 2 に示す.「単純な－複雑な」,「親切な－不親切な」,「安定した－不安定な」,「頼もしい－頼りない」の形容詞対の値が高い結果となり, 一方で「自由な－不自由な」の値は低くなる結果となった. また, 実験時に「説明文が見づらい」という意見が得られた.

表 1 5 段階評価アンケート結果

質問項目	とてもそう思う	そう思う	どちらでもない	そう思わない	全くそう思わない
初操作で使いやすいと感じたか	0 人	3 人	0 人	2 人	0 人
ボタンの大きさは適切か	3 人	2 人	0 人	0 人	0 人
削除ボタンの配色は適切か	3 人	2 人	0 人	0 人	0 人
重要ボタンの配色は適切か	2 人	3 人	0 人	0 人	0 人
復元ボタンの配色は適切か	1 人	2 人	1 人	1 人	0 人

表 2 SD アンケート平均結果[点]

形容詞対	平均
好きな－嫌いな	3.4
良い－悪い	4.0
親切な－不親切な	4.4
面白い－つまらない	3.0
気持ちのよい－気持ちの悪い	4.2
頼もしい－頼りない	4.0
速い－遅い	2.8
安定した－不安定な	4.4
単純な－複雑な	4.6
感じの良い－感じの悪い	3.8
親しみやすい－親しみにくい	2.8
優れている－劣っている	3.4
自由な－不自由な	2.8

5.考察

5 段階アンケートの結果, 各ボタンの大きさおよび配色については, 全体的に高評価となった. このことから, 画面に大きめのボタンが初めから表示されている UI でも, 若者には受け入れられやすいと推測される結果となった.

SD 法による印象評価と 5 段階評価のアンケートの結果から, 試作した UI の印象は「単純」であり「頼りある」ものであるという結果が得られた. これは, 作成した U がユーザに対して操作する際の補助として機能したと推測される. しかし, 作成した UI は一般的なメールアプリケーションの機能を一通り揃えているわけではないため, このことが被験者に「単純」という印象を与えている可能性がある. これは, 今後機能を追加することで解消できると考えられる.

実験時に「説明文が見づらい」という意見が得られた. これは, 表示された操作の説明が灰色の背景に白文字であり, また文字の大きさへの考慮が不十分であったためであると考えられる. また, 表示する位置が適切ではなかった可能性も考えられる. 高齢者が扱うことを考慮すると, 文字の配色や大きさ, 文の長さにより配慮する必要がある.

以上のことから, 説明を表示する機能は若者のユーザに対して有効に作用する一方で, 大きさや配色に考慮する必要もあることがわかった. しかし, 高齢者に対しても効果があるかは実際に実験を行う必要があるため, 今後実験を行う必要がある.

6. おわりに

本研究では, 高齢者がスマートフォン利用を促進するため, 機能の把握やおさらいを簡単に行えるような UI の開発を行っている. 実験では, 高齢者向けのメールアプリケーション UI を試作し, その評価を行った. 実験の結果, 試作 UI に搭載した操作説明を表示する機能は, 若者に対して操作を容易にすることができた. このことから, 高齢者が使用する際も簡単に操作の仕方や内容をおさらいできることが期待できると考えられる.

今後は, メールに必要な機能の追加と説明文の内容やデザインの改善を行い, 既存の高齢者向けスマートフォンのメールアプリケーションとの比較実験を行う. また, 今回はメールアプリに着目して提案を行ったが, ホーム画面などにも応用できるよう検討していく.

7. 文献

1)総務省 : 平成 26 年通信利用動向調査の結果, pp2,2015

2)杉本 圭優, 柵 富雄 : スマートフォンにおける高齢者向けユーザーインターフェース設計の取り組み,ITJ,p39-p41,2012

[連絡先]
萩原 広太
e-mail : 13fi090@ms.dendai.ac.jp

1c4-2

医薬品 SP 包装開封における表示表記に関する研究

○林 祐輝*, 三林 洋介*
*東京都立産業技術高専,
Study on the display notation in strip package opening
Yuki Hayashi*, Yosuke Sanbayashi**
* Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology ,

1. はじめに

錠剤やカプセル剤の医薬品包装形態には指で押して薬を取り出す PTP 包装（Press Through Package）と、包装を破ることによって薬を取り出す SP 包装(Strip Package)がある。SP 包装は PTP 包装に比べて低コストで制作可能であるなどメリットもあるが、現在日本の医薬品包装形態は PTP シートが主流であるので、開封には押し出して薬品を取り出す動作がポピュレーションステレオタイプとなっている。一方、医薬品包装表記は開封を始めとした使用動作を喚起、誘導する役目を有している。すなわちユーザーは包装表示表記を見ることで目的動作がガイドされる。

そこで本研究は、医薬品、SP 包装開封における開封表示表記について探求した。具体的には、医薬品開封時の生活者に視線計測実験を通して注視特性を明らかとし、開封実行動作に与える有効となる情報表記表示要素について検討した。

2. 医薬品包装形態について

医薬品には内用剤、外用剤、注射剤など様々な種類がある。その中でも内容剤における錠剤、カプセル剤に用いられる二種類について以下に述べる。

2.1 PTP シート

PTP シートとは錠剤やカプセル剤をプラスチックとアルミで挟んだシート状のもの。プラスチック部分を強く推すことでアルミが破け、中の薬が一錠ずつ取り出される仕組みになっている。また、薬を空気になさることなく保管できる。

2.2 SP 包装

アルミ箔あるいはセロファンに低密度ポリエチレンなどの燃可塑性高分子フィルムを重ねたラミネートフィルムで作られたヒートシール型の包装形態。SP 包装の利点は防湿性に優れており、高温多湿な環境下でも使用可能。PTP シートよりも製作に必要なコストが安価である。また、開封動作は引き裂きである。

3. 研究方法

本実験では医薬品包装の表示表記を変化させることで開封動作に与える影響を実験およびアンケートを通して調べた。医薬品の通常服用経験を有する心身ともに健康な学生 20 名(19～20 歳)を対象に客観的測定として視線計測実験を行い、主観的測定としてアンケート調査を行った。医薬品シートのデザインサンプル(画像)を 8 種類用意した。無地のシート(試料 a)、枠線だけを表記したシート(試料 b)文字情報「押」を大きく表記したシート(銀色と黄色の二種類)(試料 c、試料 d)、文字情報「押」を小さくシート内に複数箇所表記したシート(銀色の黄色の 2 種類)（試料 e,試料 f）、ピクトグラムを表示した 2 種類のシート(試料 g,試料 h)を用意した(図 1)。

実験手順は、被験者への実験内容説明と承諾を得た上で、はじめに、性別、年齢、常備薬の有無、これを有している場合は該当薬の服用頻度、包装形態、開封方法などの被験者属性調査に回答してもらった。その後、SP 包装と PTP シートの実薬包装シートを手にとって見てもらった上で被験者には椅座位姿勢にて前方に設置した視線計測装置を装着したディスプレイ上に先に説明の 8 種類の包装デザインシートを順に提示して被験者に見てもらった。提示時間は 3 秒間、10 秒間として区分した。最後に医薬品包装評価アンケートに回答してもらった。質問項目は画像から得られた理解度、開封方法(押し出す、破く、他)、理解内容に関する理由についてである。以上各シートごとに全 8 回を繰り返し実施した。

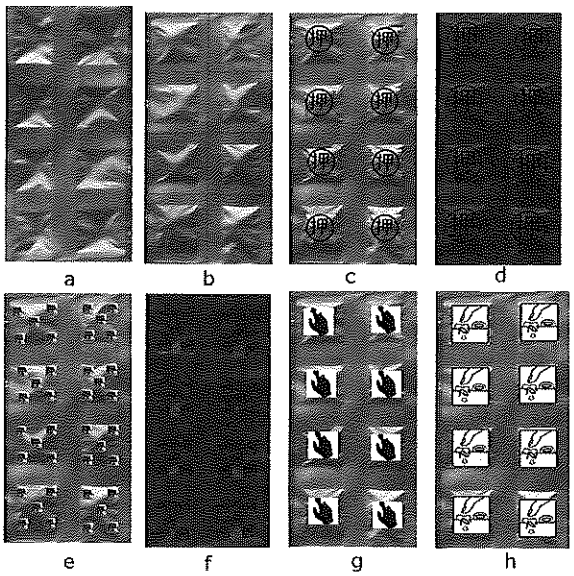


図 1.実験に用いた表示表記デザイン試料

4. 結果と考察

4.1 ヒートマップ

視線計測データは、解析ソフトである Tobii Studio を用いて編集し、ヒートマップ化した。ヒートマップは視線の停留時間をサーモグラフィーのように視覚化したもので、注視部位の注視頻度が分かりやすく表示され、複数の被験者の結果を重ね合わせることができるため、これを用いて全被験者の傾向を検討する。被験者 20 名の視線停留分布状態をヒートマップ化したものを図 2 に示した。図より無地のシートはシート中心箇所へより注意が向けられるものの区分線が表示されることでも注視パターンが変化した（試料 a、試料 b）。

文字情報が印字されたシートとなると文字表記に注視点が向けられた。なお、視点が向けられる文字の表記位置は中央より上端に集中し、異なるシート色による注視特性に相違は認められなかった（試料 c、試料 d）。また複数箇所に同一文字情報卯を印字する試料には注視点が分散拡大化する傾向となり、情報認知の観点から適正表示に欠けると考察する（試料 e、試料 f）。一方、シートへのピクトグラム表示の使用は一文字情報表記と同様な注視特性が認められた（試料 g、試料 h）。

ピクトグラムの相違によって注視の分散に相違が認められることからピクトグラムの適正デザイン表示が、医薬品シートの表示表記にも存在することを推察した。さらには印字表記の文字情報とピクグラムに過不足がない表示検討も必要であると考察した。

4.2 アンケート調査

実験に用いた試料の開封方法は PTP シートのごとく医薬品を押して取り出すことも従来の SP 包装のように破り開ける事も可能であるが回答した被験者に対して開封方法の回答別に表示の分かりやすさについて点数評価してもらった（表 1、表 2）。

いずれの回答でも表示表記の分かりやすさを点数化したものであるので、主観的にこれの評価が高得点である試料 h が最も表示表記がわかりやすいものであると考えた。また、試料 e、試料 f、試料 h の 3 包装シートが開封方法を押し出して開封すると被験者 18 人もが同一回答しており、開封方法を標準化可能な表記表示でもある。

4.3 視線計測データの解析

試料別にデザインシートを 3 秒間、10 秒間提示した各々の条件下で停留時間を算出した結果を図 3 に示す。これはレコーディング間隔 3.3～33(ms) 間隔で眼球運動の生データを収集したもので、FixationIndex と眼球イベントの継続時間を表す GazaEventDuration から各デザイン表示中における停留点の数と停留時間を調べた。その結果、1 文字漢字表記における視線停留時間が比較的短い。漢字表記の情報認知効率が高いことに起因しているとも考えるが、統計的有意差は認め

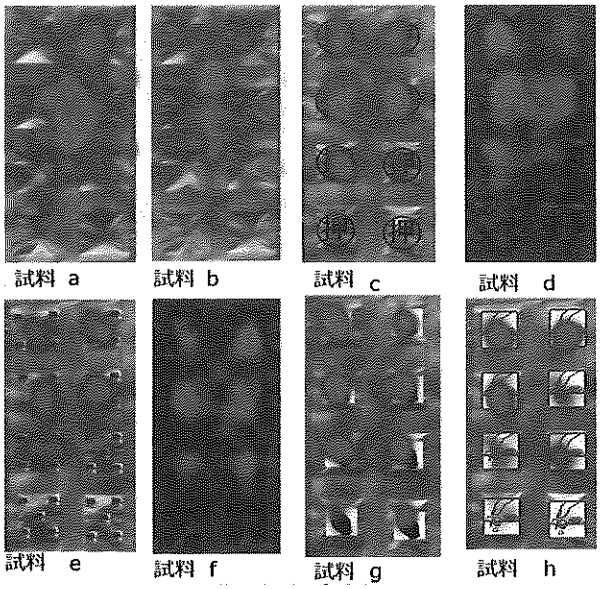


図 2.　ヒートマップ結果

表 1　開封動作理解度平均

	a	b	c	d	e	f	g	h
破いて取り出す選択者	2.59	3.44	1.75	2.00	1.00	1.00	2.00	3.00
押し出し選択者	2.00	2.00	4.75	4.76	2.80	3.30	3.80	4.40

表 2.　開封方法押し出し選択者(人数)

	a	b	c	d	e	f	g	h
押し出し選択者(人数)	2	1	16	17	18	18	16	18

表 3.　視試料別の線停留時間および停留点

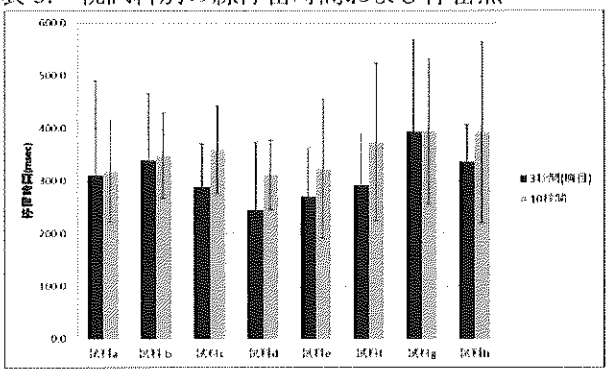


図 3. 各試料における停留時間

られなかった。画面提示時間による視点停留時間、停留点に大きな差も認められなかった。このことは、本実験で使用した包装シートの表記情報量が少なかったため提示時間による差は少なかったものと考える。

参考文献　加藤象二郎 大久保堯夫,初学者のための生体機能の測り方—第 2 版— 日本出版サービス,(2010)

[連絡先]
都立産業技術高専医療福祉工学コース三林研究室
〒116-0003 東京都荒川区南千住 8-17-1
E-mail:sanba@acp-metro-cit.ac.jp
FAX:03-3801-9898

1c4-3

業務引き継ぎエラー防止に関する研究

—学習塾における生徒引き継ぎを例として—

○川口　奈央*
*早稲田大学創造理工学部経営システム工学科

A study of prevention of communication error in task succession.
—A case study at a private school—

Nao KAWAGUCHI*
*Waseda University

1. 研究背景・目的

シフト間などの業務引き継ぎにおいては、相手（受け手）に応じた過不足ない内容を伝えることが重要である。相手がすでに知っている内容を引き継ぐと冗長であり、略してしまうとコミュニケーションエラーが発生することがある。

そこで本研究では個別指導塾Aの生徒引き継ぎを例に、判断表[1]を用いて、相手の立場や状況、知識に応じてどのような内容を引き継ぐべきかを整理することで、相手に応じた適切な引き継ぎ項目を導出する方法を検討する。なお、A 塾は担当講師の代わりに授業を行う時などの引き継ぎ時に伝達すべき事項が明確ではなく、生徒に関する情報が適切に引き継がれないことが問題となっている。

2. 研究方法

本研究は以下の手順で行う。本稿では検討が完了している②までを報告する。

①学習塾における引き継ぎ項目の抽出
学習塾の引き継ぎ項目にはどのようなものがあるかをインタビューにより抽出し、整理する。

②引き継ぎに関する判断表の作成
①で抽出された引き継ぎ項目を判断表に整理する。

③引き継ぎ項目抽出方法の提案
①②の引き継ぎ項目抽出方法をまとめる。

④有用性評価
③のガイドラインが学習塾以外の引き継ぎにも適用可能かを評価する。

3. 学習塾の引き継ぎ項目の抽出

3.1 目的・方法

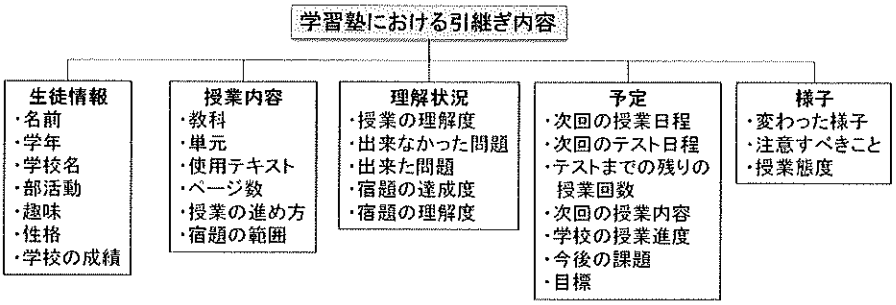
A 塾において、講師 5 名に「代講を行う際に引き継いで欲しい事項」「どのような場合にその引き継ぎ事項が必要か」をインタビューし、引き継ぎ項目を整理した。

3.2 結果・考察

インタビューにより計28項目の引き継ぎ項目が得られた。そして類似したもので分類した結果、「生徒情報」「授業内容」「理解状況」「予定」「様子」の大きく 5 つに分けられた（図１）。

また、得られた引き継ぎ項目を「○○のときは、△△を伝える」と表現した結果、引き継ぎ項目には「どのような場合でも引き継がなければならない項目（必須項目）」と「場合によっては省略可能な項目（推奨項目）」があることがわかった。

図１　学習塾における引き継ぎ項目の分類



4. 引き継ぎに関する判断表の作成

4.1 目的

前章にて得られた「○○のときは、△△を伝える」とする引き継ぎ項目を、判断表（decision table : JISX0125[1]）を用いて整理する。これは“どのような条件（if 項目）”において“どのような処理を行うか（then 項目）”の対応関係を整理するためのものであるため、本研究においては相手の立場や置かれた状況（if 項目）により変化する引き継ぎ項目（then 項目）を簡潔に整理することが期待される。

4.2 判断表の作成方法

前章で得た 28 項目の引き継ぎ項目を、判断表に当てはめた。判断表作成には JISX0125[1]の規格を参考にしたが、以下の点が分かりにくいと思われたため、改良を加えた。

①if 項目を判別する、すなわち自分の置かれた引き継ぎ状況を判別するにあたって、引き継ぎにおける必須項目と推奨項目（3.2 節）を区別するために必須項目は◎、推奨項目は○で表現した。

②then 項目の処理を行う順番、すなわち複数の引き継ぎ事項がある場合の引き継ぎの優先順序については、伝達されない場合に授業に及ぼす影響が大きい順に A～C と表現した。

4.3 結果

作成した判断表の一部を表1に示す。判断表は、まずif項目で引き継がれる講師や生徒の状態を判断する。次に、◎/○が付いた列のthen項目を見て伝達すべき内容を判断する。また、then項目はA～Cの順に重要度優先として伝達することを表す。

表1　判断表の一部

				対象を特定するため			タスク内容を特定するため		
if	引き継がれる講師	属性	新人					◎	
			ベテラン						○
		状態	生徒と初対面	◎		○	◎		
			生徒と面識がある		◎				
			生徒を初めて担当する			○		◎	
			生徒を以前担当したことがある						
			生徒について伝達事項がある						
	状況		引き継ぎに時間的余裕がある			○			
then	引継ぎ	生徒情報	生徒の学年を伝える	A	A				
			生徒の学校名を伝える	A	A				
			学校の成績を伝える			A			
			生徒の性格を伝える			A			
			生徒の部活動を伝える			B			
			生徒の趣味を伝える			B			
		授業内容	授業科目				A		
			扱う単元				A		
			授業の進め方					A	A

4.4 考察

判断表のthen項目には、3.2節で得られた引き継ぎ項目を適用したが、インタビューから得られた項目だけでは不十分であると考えた。そこで、医療現場の引継ぎに用いられるI pass the Baton[2]を学習塾版に改善したものを用いて、さらに引き継ぎ項目を抽出することとした（I pass the Batonとは医療現場で申し送り時のコミュニケーションエラーを防止するために用いられる手法であり、引き継ぎの際に伝えるべき項目の頭文字をとったものである）。これにより、新たに10項目の引き継ぎ項目を追加設定した。

表2　学習塾版I PASS the BATON

		学習塾版"I PASS the BATON"	例
I	Introduction	引き継ぐ講師の自己紹介	引き継ぐ講師の名前
P	Patiant	対象となる生徒の情報	名前, 学年, 学校名, 部活動
A	Assessment	対象となる生徒の学習成績	学校の成績, テストの点数
S	Situation	対象となる生徒の理解状況	前回授業の理解度
S	Safty	授業中に注意すべきこと	授業の進め方, 伝達事項
the			
B	Background	対象となる生徒の学習暦 過去のエピソード	通塾歴, 日々の家庭学習時間
A	Actions	授業で扱う内容	授業科目, 単元, 使用するテキスト
T	Timing	次の授業やテストが近いかどうか	次の授業日程, 次のテスト日程
O	Ownership	誰に引き継がれたか	引き継がれる講師の名前
N	Next	これからの計画、予定	次回行う予定の授業内容

また、判断表のthen項目を考察した結果、引き継ぎ項目はさらに以下の3つに分類できることがわかった。

①<u>無条件必須項目</u>：どのような場合でも，引き継ぎを行わなければ授業が実行できなくなる可能性がある項目

②<u>条件付き必須項目</u>：省略すると授業に影響を及ぼす場合があり得る項目

③<u>推奨項目</u>：授業には直接影響しないため省略可能だが、伝達することで講師の授業を補助する項目

表3　引き継ぎ項目の例

	例
①無条件必須	生徒の名前，学年
	授業科目，単元，使用するテキスト
	前回授業の理解度
②条件付き必須	引き継ぐ講師の名前
	授業の進め方
	伝達事項
③推奨	生徒の部活動，趣味，性格
	成績，テストの点数
	出来ない問題
	通塾暦，家庭学習時間
	次の授業日程，次のテスト日程

さらに、判断表より学習塾における引き継ぎ項目は、伝達の目的別に「引き継ぎ対象物を特定する」「タスク内容を特定する」「引き継ぎ対象物の状況を把握する」の3つの観点に分類できることがわかった。

5. まとめと今後の予定

学習塾における引き継ぎ項目には「無条件必須項目」「条件付き必須項目」「推奨項目」があり、伝達の目的別に「引き継ぎ対象物を特定する」「タスク内容を特定する」「引き継ぎ対象物の状況を把握する」に分かれると思われた。これらの観点は、学習塾以外の引き継ぎの場面にも適用可能であると考えられる。

今後の予定としては、学習塾における引き継ぎ項目の観点をさらに整理し、相手の立場や保有する知識等に応じた適切な引き継ぎ項目を抽出する方法を提案する。最後に、提案した方法が医療現場など、学習塾以外の業務引き継ぎにも適用可能かを、専門家に評価していただく。

6. 参考文献

1)日本工業規格 JISX0125 決定表, 1986

2)東京慈恵会医科大学附属病院看護部・医療安全管理部：ヒューマンエラー防止のためのSBAR/TeamSTEPPS, 日本看護協会出版会, p49,61, 2014

[連絡先]
川口　奈央
早稲田大学小松原研究室　Fax：03-5286-3509

1c4-4

事故要因重要度を明確化した AcciMap に関する研究

○新藤 健人早稲田大学創造理工学部経営システム工学科

Ranking the importance of accident factor on AcciMap

Kento SHINDO
Waseda University

1. 研究背景・目的

Ramussen が提案している AcciMap[1]は組織や管理要因が深く絡まる事故においてそれらの要因の関連性を視覚的に表現する手法である．しかし，事故の再発防止に向けての具体的な利用方法に向けての検討は十分ではない．そこで本研究では得られた AcciMap において要因に重み付けを行い，その事故で重点的に対策を施すべき要因を明確化する方式を提案する．

2. AcciMap の概要

AcciMap では事故に関するデータを基に抽出した関係要因を，当該事故の特質に応じて設定した組織・管理レイヤーに分けてノードとして布置する(図 1)．そして，それら要因を原因－結果関係に基づいて矢線で関連付け，要因同士の関連性を明確化する．これによって事故の背景にある諸要因の全貌を視覚的に表現する．

3. 研究手順

① AcciMap の問題点の明確化
② 要因重み付け手法の提案
③ 提案手法の有用性評価

4. AcciMap の問題点の明確化

4.1. 目的・方法

事故対策を立てるにあたっての AcciMap の問題点を明らかとするために，AcciMap 作成法 [1]に則り，鉄道事故調査報告書 [2]に記載の貨物列車衝突事故について分析を行った．

4.2. 事故の概要

入替機関車は操車担当者の指示に従い運転していたが，操車担当者の停車指示が遅れたため，車両停車標識を超え，隣接線を支障して停止した．一方，貨物列車（本件列車）は入替機関車の一部が支障している状況の隣接線を通常通り走行し，入替機関車の横を通過したところ列車運転士は接触音を確認したため停止した．

4.3. 結果・考察

事故調査報告書を基に要因を抽出し（表 1），図 1 の AcciMap を作成した．結果，以下の 2 点の問題が明らかとなった．

(1) ノードの区別がしづらい
矢線の出入りが多いノードは多くのノードに影響を与えていると考えられるため，一目で分かるように矢線数に応じてノードの大きさを変更する必要が有ると思われた．これにより事故に対して影響の多いノードを明確にすることができる．

(2) 対策を立てるべき事故要因が不明確
AcciMap ではどのノードが事故発生にクリティカルに影響しているか（事故要因重要度）が不明確であ

表 1. 抽出された要因

	事故要因
1	札幌貨物ターミナル駅では列車無線が入りづらい
2	入替機関車の逆転機が後進に切り替わらなかった
3	入替運転士は車両停止標識を超えてもブレーキを踏まなかった
4	入替機関車は隣接線を支障した位置で停車した
5	本件列車は通常通り走行した
6	本件列車と入替機関車が衝突した
7	操車担当者は入替運転士に後退するよう指示をした
8	信号担当者は後退させるよう操車担当者に指示をした
9	入替運転士は列車を後退させようとした
10	入替機関車は隣接線を支障した位置から動かなかった
11	操車担当者は所定の位置を過ぎている所で止まれと言った
12	入替機関車に対する防護措置が何も取られなかった
13	入替運転士は輸送本部前まで行けると思った
14	列車運転士は入替機関車の停車位置に異変を感じたが気にしなかった
15	列車運転士は何かあれば列車防護を行うだろうと思いこんだ
16	関係者は入替機関車を後退させれば問題ないと思った
17	入替運転士はＦ２までと聞き間違えた
18	入替運転士は「Ｆ２まで行きます」に確認を取らなかった
19	操車担当者は誘導中に自分の選択について考えていた
20	関係者は後退させることが出来ない場合を想定していなかった
21	当駅では業務変更が当務駅長の指示又は承認が必要という認識を持っていなかった
22	承認なしに入替え区間の変更が行われた
23	誘導中に標識の表示が変わった時に停止せずに進路構成を行っていた
24	操車担当者と信号担当者との打合せにより業務変更が行われることがあった
25	入替え区間は変わることがよくあった
26	過去１年間入替作業中の列車防護等の訓練は行われていなかった
27	作業計画変更と業務変更の違いが曖昧である
28	作業マニュアルの「1 作業 1 通告」が徹底されていなかった
29	異常時には列車防護，緊急停止手配が最優先ということが現場に浸透していない
30	業務変更が当務駅長の指示又は承認が必要と規程に明記されていない

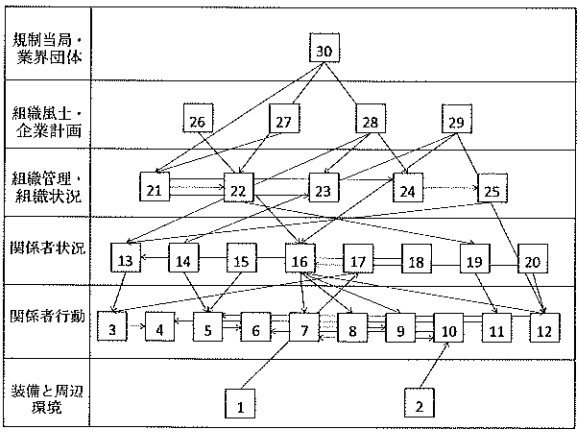


図 1. AcciMap の分析結果

るため，事故の対策案を明示的に示さない．そこで，事故発生に関係している要因を洗い出し，その事故要因に対して重み付けをすることで事故に与える要因重要度を明確化することにした．

5.要因重み付け手法の提案

4.3 で示した事項を踏まえて要因重みづけをした AcciMap を提案した．本稿では検討が完了している STEP4 までについて示す．

STEP1 AcciMap の作成
STEP2 事故の問題事象の決定
STEP3 問題事象を根とした樹形図の作成
STEP4 樹形図の葉となる要因の特定
STEP5 葉となった要因の重要度の算出
STEP6 対策すべき要因の決定

STEP1 AcciMap の作成

AcciMap を作成した後，4.3(1)の問題を解決するよう矢線本数に応じてノードの大きさを変更する．具体的には，図 1 の例であればノードを矢線本数が 2 本以下，3・4 本，5 本以上の 3 つに分類し，矢線が多いノードほど大きく表現する（図 2）．

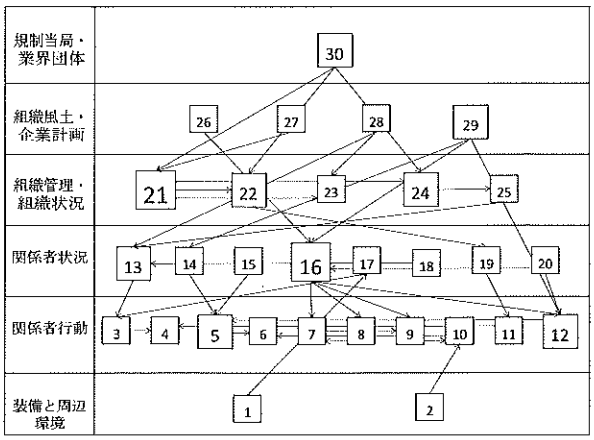


図 2. ノードの大きさを変更した AcciMap

STEP2 事故の問題事象の決定　その事故で最も問題となる事象（問題事象）を抽出した要因の中から決定する．問題事象は「事故そのものを表現しているノード」であり，例として挙げている貨物列車衝突事故ではノード 6 の「本件列車と貨物列車が衝突した」に相当する．

STEP3 問題事象を根とした樹形図の作成

問題事象に関係している要因を整理するために樹形図を作成する．問題事象を根とし，AcciMap を参照しながらそのノードに対して入力の矢線が出ているノードを順番に書き加えていくことで樹形図を作成する（図 3）．

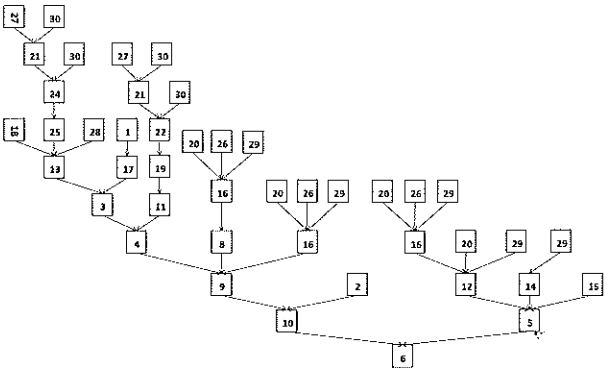


図 3. 問題事象を根とした時の樹形図

STEP4 樹形図の葉となる要因の特定　矢線は原因－結果の関係で結んでおり，樹形図の葉となるノードが問題事象の根本原因であると考えられるため，特定し，表で整理する．表 2 は特定した図 3 の樹形図の葉ノードを示している．

表 2. 樹形図の葉ノード

1	札幌貨物ターミナル駅では列車無線が入りづらい
2	入替機関車の逆転機が後進に切り替わらなかった
15	列車運転士は何かあれば列車防護を行うだろうと思いこんだ
18	入替運転士は「Ｆ２まで行きます」に確認を取らなかった
20	関係者は後退させることが出来ない場合を想定していなかった
26	過去１年間入替作業中の列車防護等の訓練は行われていなかった
27	作業計画変更と業務変更の違いが曖昧である
28	作業マニュアルの「1 作業 1 通告」が徹底されていなかった
29	異常時には列車防護，緊急停止手配が最優先ということが現場に浸透していない
30	業務変更が当務駅長の指示又は承認が必要と規程に明記されていない

STEP5 葉となった要因の重要度の算出　ノード同士の関係（樹形図の矢線）の強さを評価することで矢線の出ているノードの重み付けをする．

STEP6 対策すべき要因の決定

STEP5 で算出した重要度を参照しながら，どの要因に対策案を提案すべきかを検討する．

6. 結論と今後の予定

事故に対する重要度を明確化する AcciMap を提案した．今後は研究方法の STEP5 以降を検討する．さらに，事故分析専門家へのヒヤリングなどを行い，有用性を検証する．

7. 参考文献

1)ポール・サーモン他(著)・小松原明哲(監訳)：事故分析のためのヒューマンファクターズ手法 実践ガイドとケーススタディ，海文堂出版，p35-p42，2016.

2)運輸安全委員会：鉄道事故調査報告書“日本貨　物株式会社 函館線 札幌貨物ターミナル駅構内 列車衝突事故“，RA2016-2，2016

[連絡先]
新藤健人 早稲田大学小松原研究室 03-5286-3509

1d4-1

アクティブ・ラーニングのための効果的な動画作成に関する研究

－アンケートと事象関連電位による評価を用いて－

○高倉啓輔*，舩田眞里子*
*白鷗大学経営学部

Studies of efficient production of animation videos for active learning
- Evaluated by questionnaires and Event-Related Potentials -

Keisuke TAKAKURA*, Mariko FUNADA*
*Hakuoh University, Business Administration

1. はじめに

人の習熟や認知には個人差があるが，教える側や語り手の工夫次第でその効果を高めることができる．21 世紀型スキルを取得するために有効とされているアクティブ・ラーニングでは，予習が必要不可欠とされており，動画を用いた予習は効果的であるといわれている．そこで，担当教員などが動画を作成する際「説明者の存在が学習者の意欲や集中力を高める効果がある」という仮説をたて，その要素の有効性を正答率と事象関連電位 [1), 2)]（Event-Related Potential，以下 ERP）を用いて客観的に評価することを目的とした．

2. 方法

2.1 実験の方法

実験用に知っているようで知らない一般常識問題を 30 問作成した．事前にこれらの問題を解くアンケートを行い，正答率が低い問題から順に 20 問抽出した．それをⅠ群とⅡ群に分け説明動画を作成した．Ⅰ群の問題に対しては，画面と音声のみで説明し，Ⅱ群の問題では説明者が画像の中に登場し，身振り手振りを加えて説明する動画とした．

2.2 ERP の測定方法

(1) 被験者：実験に協力的な成人男性 4 名（21 歳 3 名，22 歳 1 名，*a*～*d* で識別，全員右利きである）．
(2) 実験場所：外界から遮断され，実験のみに使用される研究室．実験時には特に実験への集中を保つように配慮した．
(3) 刺激の種類：問題を表示した画像とその答えを含む 3 種類の選択肢からなる画像とした．
(4) 刺激表示のタイミング：19 インチの画面の中央に画像を 1s ずつ，間に白色画面を 400ms を平均とした 200～600ms のランダムな間隔をおいて表示した．被験者は画面と目の距離が 60～80cm となる位置に腰掛けた．刺激の大きさは，縦約 5 ㎝，横約 12 ㎝である．
(5) 課題（タスク）：問題画面を見た後，次のタイミングで表示される 3 個の選択肢の中から正解であると考えた選択肢の番号（1～3）をテンキーから入力する．
(6) 反復回数：各問題と選択肢表示画面を 1 組として 30 回反復した．1 回の実験で，30 回の反復を 1 セットとして 3 回繰り返した．
(7) 脳波：脳波は日本光電社製の NeurofaxEEG8310 でハイカット周波数を 60Hz，時定数を 0.3 秒，抵抗を約 2kΩ とし，A/D 変換ボードを挿入した gateway 社のコンピュータ G7-600 を用いてリアルタイムで記録した．
(8) 電極配置：国際 10-20 法による A_1A_2 を基準電極とする C_z，P_z，C_3，C_4 の単極導出とした．
(9) A/D 変換のサンプリング周波数：1kHz．リアルタイムでコンピュータに取り込んだ．

ERP はⅠ群，Ⅱ群の問題に対し，画像による学習前と後にそれぞれ測定した．

2.3 解析方法

測定データに，カットオフ周波数が時間とともに変化するアダプティブフィルタを用いて，高周波・低周波雑音の除去を行う．次に，各波形の平均と標準偏差を用いて標準化後，加算平均法を用いてⅠ，Ⅱ群の問題についての学習前後別に，問題表示と選択肢表示ごとに ERP を求めた．

3. 結果

現在 1 名（被験者 *a*）の被験者について実験が完了しているので，この被験者に関して記述する．

3.1 ERP 測定時の正答率

表 1 は，被験者 *a* のⅠ群，Ⅱ群の問題に対する動画学習前後の課題実行時（ERP 測定時）の入力の正答率である．学習前の正答率は，それぞれこの被験者のⅠ群，Ⅱ群に関する事前知識の状況を示していると考えられる．

表 1　ERP 測定時の入力の正答率

	Ⅰ群の問題		Ⅱ群の問題	
	学習前	学習後	学習前	学習後
正答率	55.6%	100%	8.9%	100%

3.2 課題実行中の ERP

図 1 は測定データの一例である．コンピュータを用いた課題なので 50Hz の交流雑音などが混入している．

図 2 はⅠ群の問題の音声のみの学習前後の ERP である（加算平均回数 90 回）．横軸は画像表示後の時間，縦軸は振幅である．また実線が問題表示時の ERP で，破線が選択肢表示時の ERP である．P3 などで選択肢表示時の振幅が相対的に低振幅で

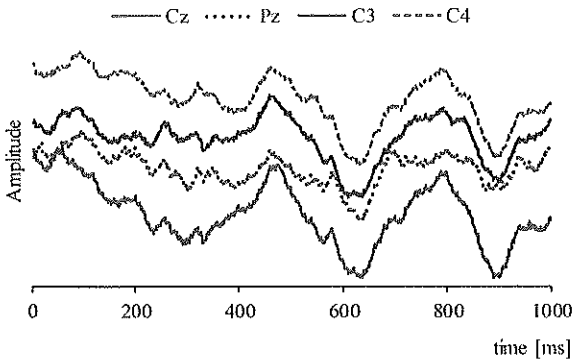


図 1　測定データの一例（被験者：*a*，問題II群 6）

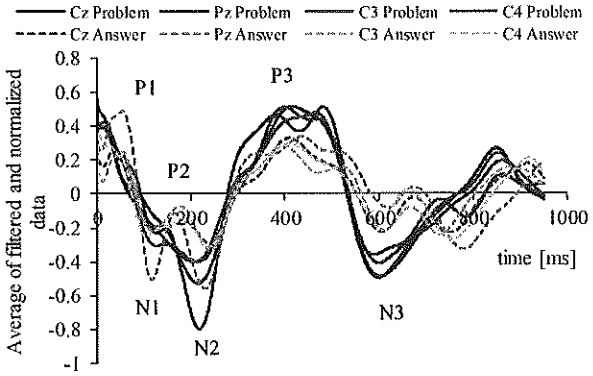


図 2　I群の問題の画像学習前の ERP

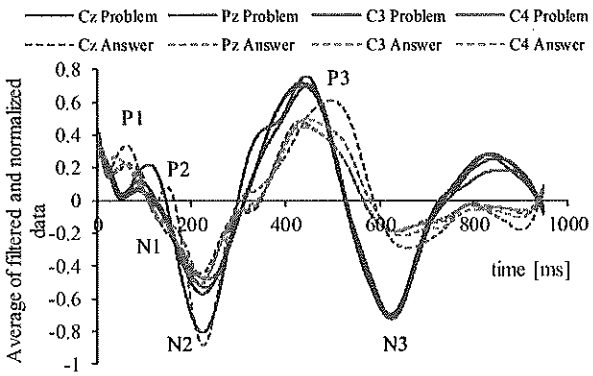


図 3　I群の問題の画像学習後の ERP

あるがあまり差がない．図 3 はＩ群の学習後の ERP である．選択肢表示時の P3 の低振幅化と潜時の遅れが確認できる．図 4 はⅡ群の学習前後の ERP である．Ｉ群課題と比較して，選択時の ERP の P3 の遅れが顕著で，高振幅となっている．P3 に着目し，両課題の差を確認するために，課題別学習前後の P3 の潜時と振幅のプロット図を求めると図 5 と図 6 を得た．Ｉ群では問題を見ている時の方が高振幅で潜時にあまり差がない．一方Ⅱ群では学習後の選択課題時の P3 が最も高振幅で潜時が相対的に遅いことが示された．

4. まとめ

動画による教材に説明者の姿が入る場合と入らない場合の学習効果について ERP を用いて評価した．今回の結果では，説明者が映る動画を使用

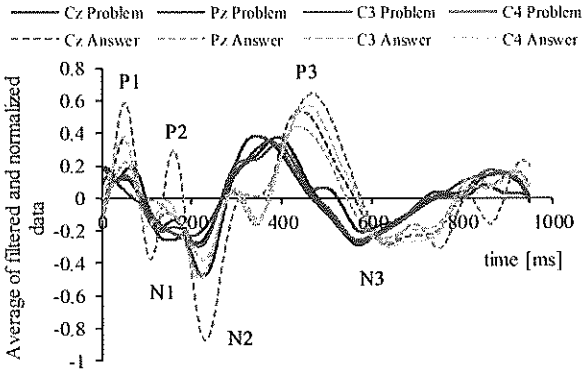


図 4　II群の問題の学習後の ERP

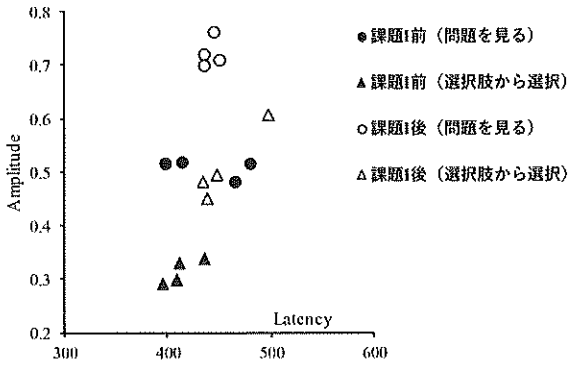


図 5　I群の問題の学習前後の P3 の潜時と振幅

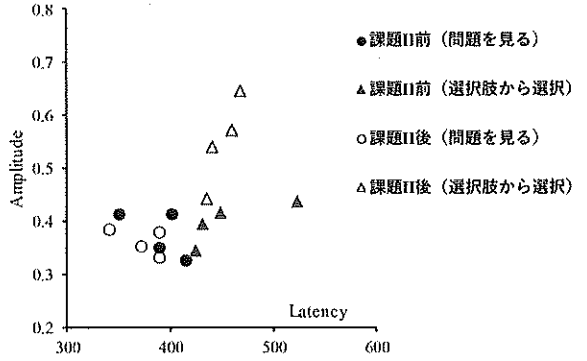


図 6　II群の問題の学習前後の P3 の潜時と振幅

した場合の方が解答選択時に高振幅の P3 が得られた．他の被験者についても検討し，現象の再現性やその要因について考察することなどが今後の課題である．

参考文献

1) 入戸野　宏・堀　忠雄：”心理学研究における事象関連電位(ERP)の利用”，広島大学総合科学部紀要Ⅳ理系編，26, pp. 15-32, 2000.
2) Picton, T. W., et al.:”Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria”. Psychphysilogy, 37, pp. 127-152, 2000.

[連絡先]
高倉　啓輔　e-mail：15132093@sd.hakuoh.ac.jp

1d4-2

自己表現としての服装の選択に関する研究

－アンケートと事象関連電位を用いて－ ○中村 洵太*，舩田 眞里子*
*白鴎大学 経営学部

A study of self-expression through the selection of clothes

Junta NAKAMURA*, Mariko FUNADA*
*Hakuoh University, Business Administration

1. はじめに

第一著者は，高校生からファッションに興味・関心があったが，平日は制服を着用し，お洒落ができる機会が少なかった．大学生になった今，お洒落を楽しむ機会が増え，以前よりもファッションに深く興味・関心を抱くようになった．

ファッションは自己表現の一つであるが，自分に似合うものを自分で限定している人は多い．そこで，ファッションについて「自分と他者の認識とは異なる」という仮説を立て，アンケートと事象関連電位 [1),2)](以下 ERP)を用いて仮説を検証し，ファッションの幅を広げることを目的とした．

2. 方法

実験 A と実験 B の 2 種類を行った．実験 A は種類の異なる服飾に関する実験であり，実験 B はコーディネートに関する実験である．

2.1 ERP を用いた実験の方法

(1) 被験者：実験 A は成人男性 1 名，実験 B は成人男性 4 名(平均年齢 21 歳, *a*～*d* で識別)

(2) 実験場所:外界から遮断され実験のみに使用される研究室．実験への集中保持に配慮した．

(3) 刺激の種類:実験 A では，コート，ジャケット，ズボン，靴，帽子についてそれぞれデザインの異なる 5 種類の画像とした．実験 B では，スーツ，ジャージ，カジュアルな余所行き，きれいめコーデ 2 種類を着た合計 5 種類の人物の写真とした（図 1）．

(4) 刺激表示のタイミング：19 インチの画面中央に 1 個の画像を 1 秒表示した．被験者は画面と目の距離が 60～80cm となる位置に腰掛けた．

(5) 課題：実験 A では刺激画像を注視する．実験 B では，画像を見て「似合う」「どちらでもない」「似合わない」のいずれかを判断し，順に 1～3 をテンキーから入力する．

(6) 反復回数：実験 A は 5 種類の画像を各 5 回ずつ計 25 回ランダムな順序で表示した．この実験を 1 セットとし，連続で 5 セットを 1 回の実験で行い，一週間の間隔を空け計 2 回実験を行った．実験 B の実施は 1 回とした．

(7) 好感度アンケート：実験 B のみそれぞれのコーディネートに対し，「似合う」「どちらでもない」「似合わない」の中から一つを記入するアンケートを実施した．

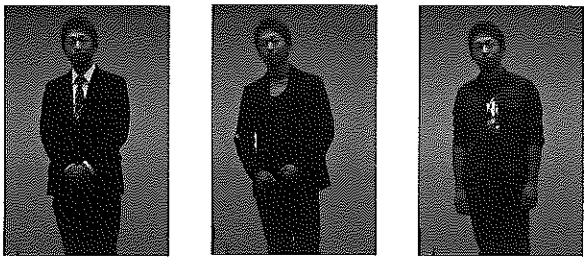


図 1 実験 B で使用した刺激の例
（本人の承諾を得て掲載）

(8) 脳波：日本光電社製の NeurofaxEEG8310 でハイカット周波数を 60Hz, 時定数を 0.3 秒，抵抗を 2kΩ とし，A/D 変換ボードを挿入したコンピュータ G7-600 を用いて記録した．

(9) 電極配置：国際 10-20 法による A1, A2 を基準電極とする Cz, Pz, C3, C4 の単極導出とし，
A/D 変換のサンプリング周波数 1kHz でリアルタイムで記録した．

2.2 解析方法

測定データを，雑音低減，標準化し，刺激時点を基準とした加算平均法を用いて ERP を求めた．加算平均は，実験の画像別に行った．

3. 結果と考察

3.1 実験 A の結果

図 2 は，実験 A の「コート」刺激使用時の ERP（被験者 *d*, Cz, 加算回数 25 回）である．横軸は刺激表示後の時間，縦軸は振幅で，①～⑤は刺激の種類を表している．ERP の頂点電位は刺激時点から順に正の電位を P1, P2, P3, 負の電位を N1, N2, N3 などのように呼んでいるが，これらの電位の出現が認められる．被験者 *d* は，主観的には③と④が「好き」，①と②が「どちらでもない」，
⑤が「嫌い」である．

刺激③で P2 が，刺激④で N2, P3 が高振幅となっている．また，嫌いな⑤では N2 が刺激①②に比べて高振幅となっている．P1, N1, P2, N2 などは視覚誘発電位であり，P3 は認知・判断に関わる電位である．実験 A では，ERP の P2, N2, P3 などに主観的な好みが反映されることが示唆された．また，「嫌い」な場合も高振幅となる

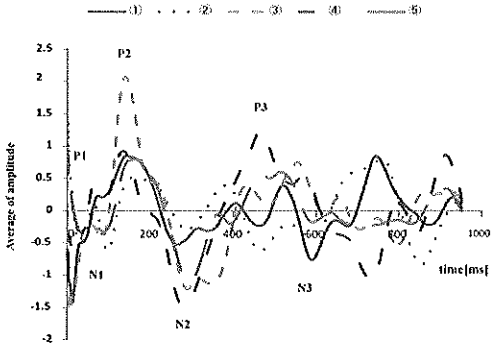


図 2 コートの実験の ERP

（被験者:*d*, 測定部位：Cz, 加算回数：25 回）

表 1 実験 B のアンケート調査結果

被験者	刺激①	刺激②	刺激③	刺激④	刺激⑤
a	2	1	1	1	3
b	1	2	2	2	3
c	1	3	1	1	2
d	1	1	1	2	1

頂点電位 N2 が存在した．実験 A の 2 回の実験では，2 回目は，1 回目に比べて刺激間の電位の差が小さくなった．慣れによるものと考えられ，実験 B では実験回数を 1 回とした．

3.2 実験 B のアンケート調査結果　実験 B の刺激は，①が「スーツ」，②が「きれいめコーデその 1」，③が「カジュアルな余所行き」（図 1），④は「きれいめコーデその 2」，⑤は「ジャージ」である．表 1 は実験 B の実験後のアンケート調査結果である．各刺激の平均は①から順に 1.25, 1.75, 1.25, 1.5, 2.25 である．また，被験者 *a* はモデルとなった被験者である．被験者 *a* を除いた平均は①から順に 1, 2, 1.3, 1.7, 2 である．これは被験者 *a* の評価とは異なり，主観的なアンケート調査では，ファッションについて「自分と他者の認識とは異なる」という仮説は今回の実験 B では成立することが示唆された．

3.3 実験 B の ERP

図 3（被験者 *d*）は，実験 B で得られた ERP の例（測定部位 Cz，加算回数 25 回）である．被験者 *d* は表 1 より④以外は「似合う」と判断している．刺激①, ②, ③に対する ERP では比較的高振幅な P2 が出現し，刺激⑤では高振幅の P3 が出現している．この被験者は実験 A の被験者でもあり，
P2 と P3 に「好き」な場合に高振幅な電位が出現することが図 2 で示されている．また，「嫌い」な場合は N2 が高振幅となったが，図 3 では「どちらでもない」の④の N2 が相対的に高振幅となっている．このことからアンケート調査 B の結果は，信頼性が高いことが ERP の変化から示された．また，「どちらでもない」は「似合わない」に近い

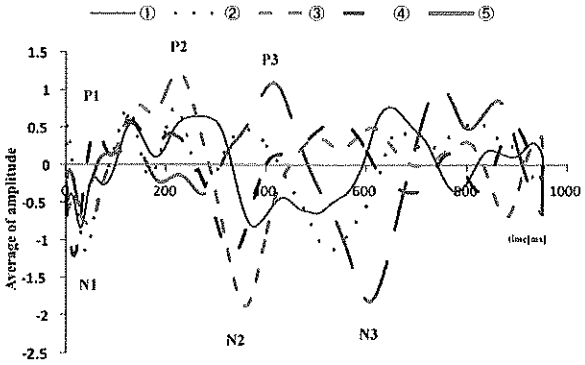


図 3 実験 B の ERP の例

（被験者：*d*，測定部位：Cz，加算回数：25 回）

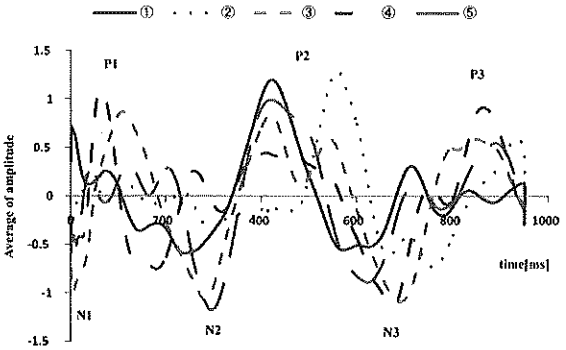


図 4 実験 B の ERP の例（被験者：*a*，測定部位：Cz，加算回数：25 回）

ことが推定される．図 4 は被験者 *a*（モデル）の ERP である．表 1 の結果と ERP を比較すると，この被験者では P1, P3 に好みが出現し，N2 で嫌いなものが判定できると推定される．

4. まとめ

ファッションに関する仮説「自分と他者の認識とは異なる」の検証をアンケートと ERP を用いて行った．その結果，生体情報である ERP から被験者の主観的判断がうそのない判断であると推定されるアンケート結果が得られ，仮説は肯定的に支持された．自分に似合うファッションは自己認識よりも多く，色々なものを試みることでお洒落や，自己表現の幅の拡大が図れることが示唆された．信頼できるアンケート調査への応用なども今後の課題である．

参考文献

1) 入戸野 宏・堀 忠雄：心理学研究における事象関連電位（ERP）の利用 広島大学総合科学部紀要IV理系編, 26, 15-32 , 2000.
2) 菅井 康祐：”ERP（事象関連電位）データを読み解くための基礎知識”, 外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部 メソドロジー研究部会, 75-82, 2012 .

[連絡先] 中村 洵太　e-mail : jj0215.bs@gmail.com

1d4-3

ギター演奏時における事象関連電位の研究

○佐藤　昭平*，舩田　眞里子*
白鴎大学　経営学部

A study of Event-Related Potentials during guitar playing

Shohei SATO*, Mariko FUNADA*
*Hakuoh University, Business Administration

1. はじめに

音楽は楽しむだけでなく，生活の様々な場面で，人々を元気づけ，癒しを与えるなど，経済活動や，教育現場ではもちろんのこと，医療においても使用されている．

本研究室では，聞くだけでなく演奏時のヒトの状態の変化を客観的に捉えることを目的に，キーボード演奏時において，脳波の平均である事象関連電位（Event-Related Potential，以下 ERP）[1]を測定し，その特徴を解析[2]した．その結果，キーボード演奏時には，楽譜を「見る」「弾く」「聞く」に対応する電位が少しずつ遅れて出現し，その重ね合わせとして測定されることが示唆された．

今回はキーボードとは音色や演奏法の異なるアコースティックギターを用い，その演奏時の ERP を測定した．さらに，ERP により演奏時の脳活動を把握し，キーボードの場合との相違を確認し，その特徴付けを行うことを研究の目的とした．

2. 方法

2.1 実験の方法

(1)被験者：ギター経験 7 年以上の成人男性 1 名．

(2)実験場所:外界から遮断された実験のみに使用される研究室．実験時には特に実験への集中を保つよう配慮した．

(3)演奏曲目：きらきら星．先行研究と比較するために，先行研究と同様な曲を選んだ．

(4)刺激の種類: 曲を構成するコード（C, D, E, F, G, A）を表示した画像で，縦×横が 280×250 ピクセルとした（図 1）．1 曲分は 42 画像である．

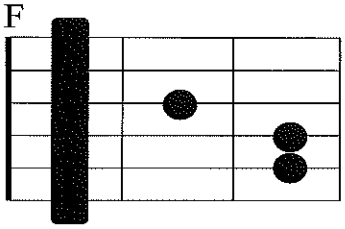


図 1　使用した刺激（コード）の例

(5)刺激表示のタイミング:19 インチの画面の中央に刺激画像を表示した．各画像は 1 秒間，間に 10ms 間の白色画面を挟んで表示した．

(6)課題：単音(メロディ)演奏(A)，コード演奏(B),コードを見る(C)，単音演奏を聴く(D)の 4 種類とした．今回は A~C の課題に関して報告する．

1 回の実験できらきら星を 5 回演奏した．

2.2 解析の方法

測定データに，カットオフ周波数が時間とともに変化するアダプティブフィルタを用いて，高周波・低周波雑音の除去を行った．次に，フィルター処理後のデータの平均と標準偏差を用いて標準化し，A~D の課題別に加算平均して ERP を求めた．結果は Cz を中心に記述する．

3. 結果と考察

3.1 ERP の測定結果

図 2 はコード演奏時（実験 C）の測定データ（脳波）である．横軸は刺激表示後の時間，縦軸は振幅である．コンピュータを用いた実験時のデータなので 50Hz の交流雑音などが混入している．このようなデータをフィルター処理，標準化処理後，1 曲分（42 個）を 5 回，計 210 回の加算平均を行い，1 回の実験の ERP を求めた．図 3 から図 5 は課題 A～C によって求められた ERP の例である．

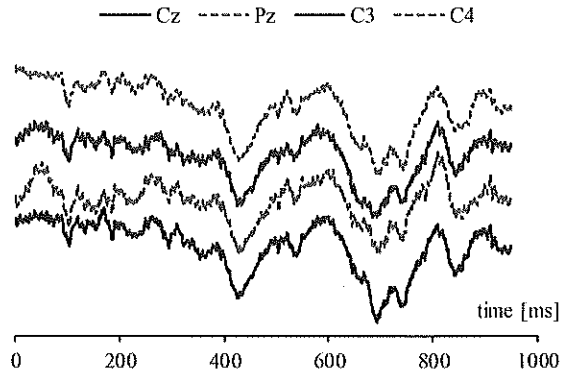


図 2　測定データ（コード C 演奏時）

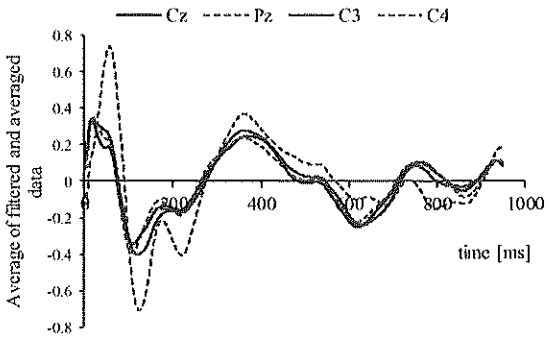


図 3　単音演奏時（課題 A）の ERP の例

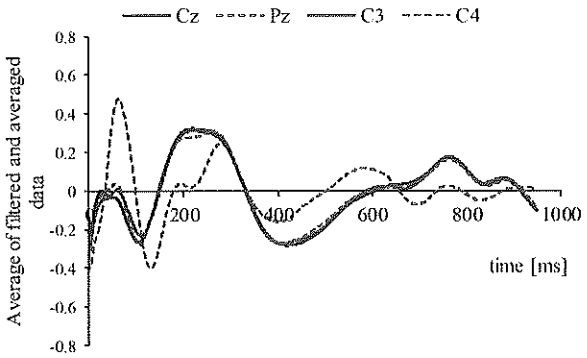


図 4　コード演奏時（課題 B）の ERP の例

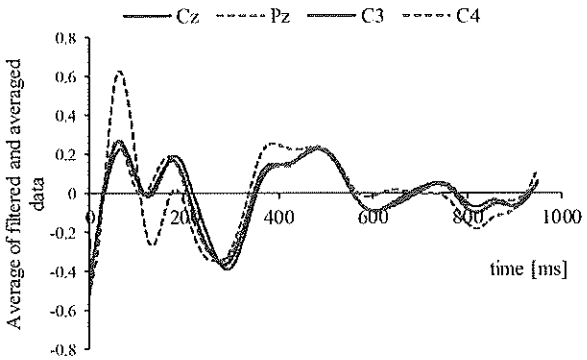


図 5　コードを見る（課題 C）の ERP の例

P1, N1, P2, N2, P3 などの正負の電位が出現している. Pz の電位は他の測定部位の電位と異なる. 図 5 と図 3, 4 との比較から課題 A, B に対する ERP の中にも P1, N1, P2, N2 に対応する電位が出現しており, P1, N1 は比較的高振幅であるが, P2, N2 の振幅は低振幅である. これはコードの認識やそれを弾くことに関係する電位が重ね合わせられて出現するためであると考えた.

3.2 ギター演奏時の ERP のモデル化

課題 A, B から課題 C の ERP を引いた電位をそれぞれ $ERP_{A\text{-}C}(t)$, $ERP_{B\text{-}C}(t)$で表し, 次式で近似する.

$$ERP_{A\text{-}C}(t) = w_1 s(t-t_1) + w_2 s(t-t_2) + w_3 s(t-t_3) + w_4 s'(t-t_4)$$

ここで, $s(t) = ERP_{B\text{-}C}(t)$であり, $s'(t)$は次式で定める：

$$s'(t) = \begin{cases} s(t+165) & t = 1, 2, \cdots, 600 \\ 0 & \text{それ以外のとき.} \end{cases}$$

また, $w_1, \ldots, w_4$は定数（重み）であり, $t_1, \ldots, t_4$は定数で, $s(t)$, $s'(t)$の出現までの遅れである.

図 6 は $ERP_{A\text{-}C}(t)$, $ERP_{B\text{-}C}(t)$の例である. w_1～w_4, t_1～t_4は探索的に求めた（図 7）. w_1～w_4は, それぞれ 0.65, 0.65, 0.65, 0.15, t_1～t_4はそれぞれ 21, 139, 295, 179ms である. 図 8 は推定された $ERP_{A\text{-}C}(t)$を示している. 200ms までと 500ms 以降で誤差が生じているが, 区間 200～450ms では誤差の小さい近似が可能であった.

5.まとめ

ギター演奏時の ERP から刺激（コード）を見たときの ERP を引いた電位を, 単音演奏時の潜時を

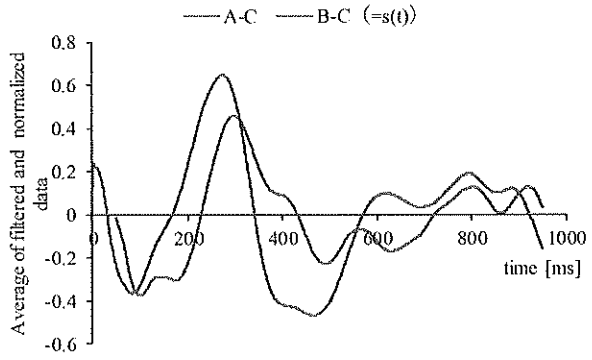


図 6　実験 A, B の ERP と実験 C の ERP との差

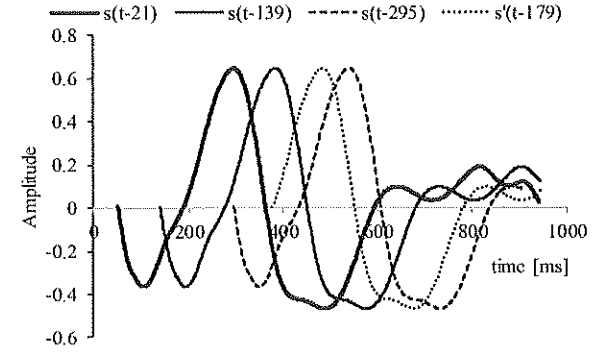


図 7　A-C の ERP の推定に用いた $s(t)$

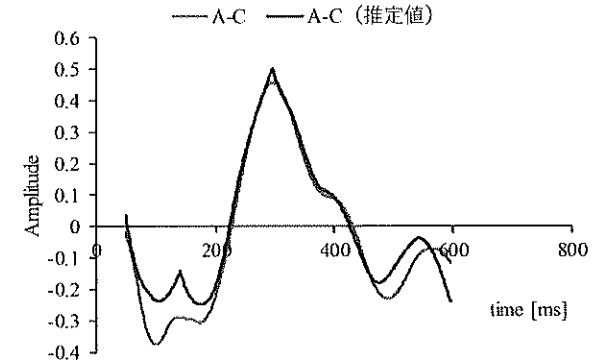


図 8　A-C の推定 ERP とモデルによる推定値

遅らせた4個の電位の重ね合わせで表現した. 重みの値, 重ね合わせる電位の数からコードに含まれる音の数に対応した電位が出現することが示唆された. 実験を繰り返し, 再現性を確認することなどが今後の課題である.

参考文献

3) Picton, T. W., et al.:"Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria". Psychphysilogy, 37, pp. 127-152, 2000.
4) 高瀬奈津美, 他：音楽の構成要素と事象関連電位に関する研究, 人間工学会関東支部第44回大会講演集, pp. 70-71, 2014.

[連絡先]
佐藤　昭平　e-mail：hotei.vs.char@gmail.com

1d4-4

視野狭窄ドライバーの心身反応に関する研究

○宮本康司*，三林洋介*
*東京都立産業技術高専

Research on mind and body reaction of the visual field constriction driver

Koji Miyamoto*, Yosuke Sanbayashi*
*Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

1.はじめに

現在、高齢運転者による交通事故が増加傾向にある。高齢運転者事故の人的要因のおよそ7割が横断中の歩行者や左右からの飛び出しに対する発見の遅れである。原因として脇見や考え事、加齢による反応時間の遅延などがあるが、高齢に伴う視野特性も挙げられ、昨今問題とされている。特に視野が狭くなる視野狭窄の問題が深刻で視野狭窄が起こる代表的な病気に緑内障がある。

緑内障はよく知られた病気で40歳以上の20人に1人患者がいるとされ、視覚情報を脳に伝達する視神経に障害が起こり、視野が狭くなる病気である。症状の進行がゆっくりで、両眼が同時に進行することが稀なため、片眼が見づらくなっても対する片眼で補完することにより症状がかなり進行するまで自覚症状が認められないとされる。それゆえ実態として緑内障患者の6割が日常的に運転をし、またその中で4人に1人が事故の経験もある。

本研究では視野狭窄におけるドライバーの運転行動について探求する。具体的には段階的に可変可能な視野狭窄グラスおよびドライバーの反応時間計測装置を自主製作しドライビングシミュレーターを用いて実験を行った。

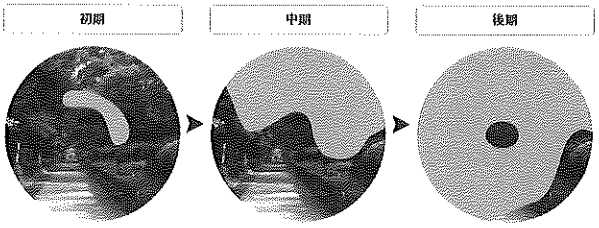


図1　緑内障患者の見え方の一例

2.実験使用装置の製作

本研究で行う実験使用のために自主製作した反応時間計測装置、視野狭窄ゴーグルの仕様について以下に記す。

2.1.反応時間計測装置

本研究ではドライバーが道路の左右前方の危険に気づきブレーキを踏むまでの時間を反応時間とし計測した。LEDの点灯を交差点に潜む危険に見立てスイッチを押すとLEDが点灯しタイマーが作動、再度スイッチを押すとLEDが消灯しタイマーが停止する回路を製作した。図2のような自己保持回路を用いることでLEDとタイマーの連動を可能にした。

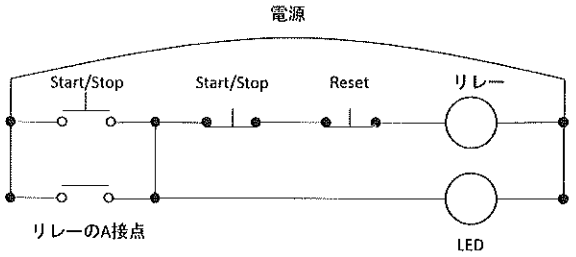


図2　回路構成

2.2.視野狭窄ゴーグル

症状の段階による違いを再現するために狭窄の度合を初期、中期、後期と3段階に区分するため視野の欠損面積を変化させたゴーグル式装置を製作した。(図3)

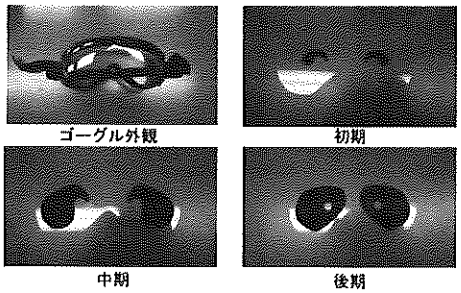


図3　製作した視野狭窄ゴーグル

3.実験方法

視野狭窄の進行具合が運転パフォーマンスに与える影響を明らかにするために先に製作した3つのゴーグルを装着してドライビングシミュレーターを用いて実験を行った。被験者は運転免許を有する学生6名で、時速40kmで指定車線を走行してもらい、走行中に交差点の危険に見立てて設置したLED点灯に気づいたら速やかにフットブレーキで停止するよう指示した。なおこの時の反応時間、走行中の車線逸脱回数、走行速度を計測した。

LEDの設置位置は図4に示すように走行車両前方3mの路側帯を想定して前方視野角の左40°、右38°に設定した。また本実験に先がけて　製作したゴーグルを装着して緑内障自己診断検査を行った。これは視野内の指標が見えない回数をカウントする

ことで視野狭窄状態を数量化できるものである。

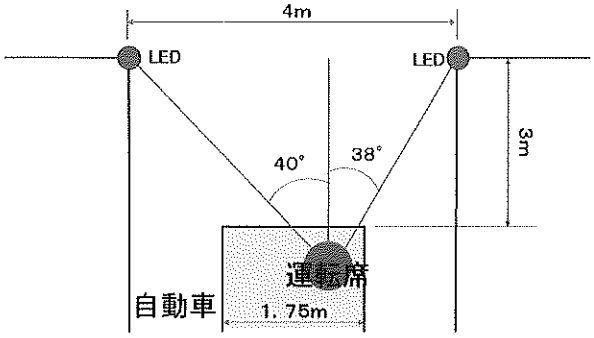


図 4　LED の取り付け角度

4.結果と考察

3 つのゴーグルを装着した場合の視野狭窄状態を狭窄誤え数として図 5 に示した。図より症状の進行によって指標が見えなかった回数が増加している。これにより製作した 3 つの視野狭窄ゴーグルを装着することによって狭窄状態の初期・中期・後期を再現できることを確認した。

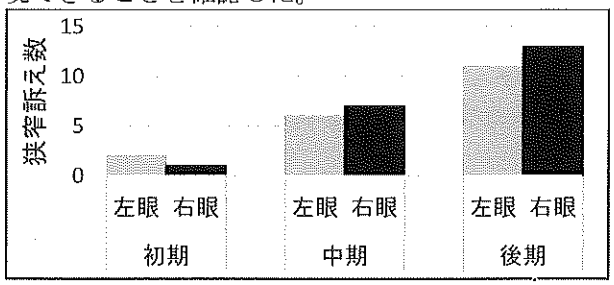


図 5　緑内障ゴーグルの予備実験結果

次に各ゴーグルを装着して視野狭窄状態となった被験者(6 人)がシミュレーターを運転した際の反応時間、車線逸脱回数、平均速度を表 1、図 6、図 7、図 8 に示した。

表 1　ドライビングシミュレーターによる実験結果

	反応時間		車線逸脱回数	平均速度 [km/h]	速度の 標準偏差
	左平均[s]	右平均[s]			
ゴーグルなし	0.98	0.67	2.33	36.5	4.31
初期	1.21	0.71	1.83	36.8	3.56
中期	1.54	0.93	4.33	37.4	3.96
後期	3.94	1.87	3.67	37.3	4.38

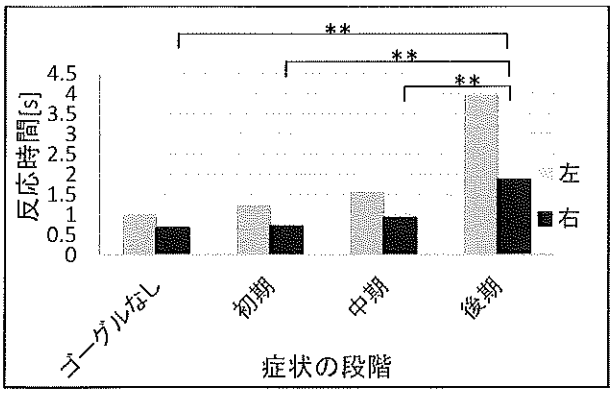


図 6　症状の段階による反応時間の変化

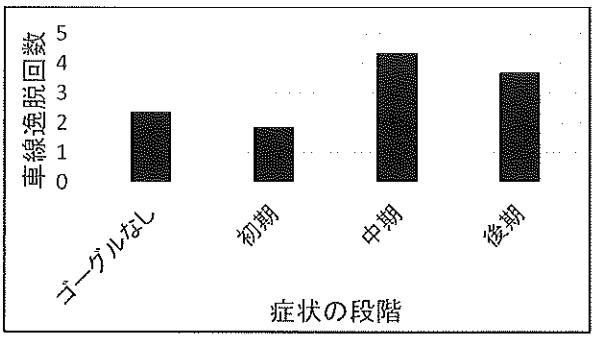


図 7　症状の段階による車線逸脱回数

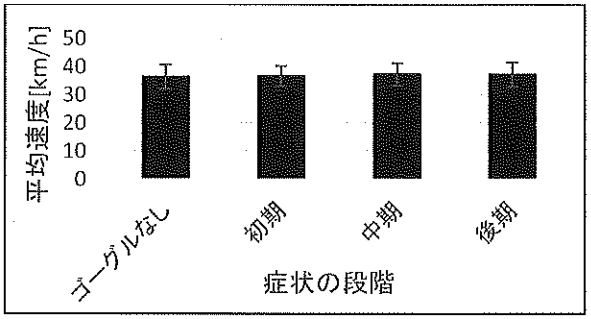


図 8　速度の平均と標準偏差

図 6 より反応時間は視野狭窄拡大に伴って増加し、中期から後期になると顕著に反応時間が遅延した。視野狭窄症状の段階相違による反応時間に統計的検討をするため、左右の症状別に反応時間を因子とした分散分析を行った。その結果、前方右方に統計的な有意差($p<0.01$)が認められた。

図 7 より車線逸脱回数は中期、後期で増加していることより視野狭窄拡大に伴う運転品質の低下が明らかとなったものの被験者の運転技術によるばらつきが大きかったため有意差は認められなかった。

図 8 より走行中の速度は指定速度が比較的低速であったため視野狭窄の影響は認められなかった。

5.まとめ

視野狭窄拡大は運転中の反応時間が延長され、拡大の程度が増すと顕著になる。また、走行路の変量増加など運転品質にも影響を与えた。

参考文献

(1) 加藤象二郎　大久保堯夫, 初学者のための生体機能の測り方－第 2 版－, 日本出版サービス (2010)

(2) 緑内障,
http://www.niwaganka.jp/glaucoma.html

(3)緑内障,http://medical- today.seesaa.net/article/93659615.html

[連絡先]
東京都立産業技術高等専門学校医療福祉工学コース
三林研究室
〒116-0003　東京都荒川区南千住 8-17-1
E-mail:sanba@acp-metro-cit.ac.jp
FAX:03-3801-9898

1e4-1

介護施設における夜間巡視のための自律移動型バイタルサイン測定ロボットの開発

○浅野稜平*，孫光鎬**，兪文偉***，益田俊樹****，松井岳巳*
*首都大学東京システムデザイン学部，**電気通信大学，***千葉大学，
****東京都立産業技術センター

Development of a vital-signs monitoring autonomous mobile robot for nighttime rounding in nursing facilities

Ryohei Asano*, Guanghao Sun**, Wenwei Yu***, Toshiki Masuda****, Takemi Matsui*
*Tokyo Metropolitan University, **The University of Electro-Communications, ***Chiba University,
****Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute

1. はじめに

介護施設では入居者の健康管理のため，夜間巡視において呼吸の有無の確認や異常の検知を行っている．更に日勤帯より申し送られた熱発者，体調不良者の確認も行っている．しかし夜間であるため，必要最低限の人員による高頻度の目視確認は難しく，看護師や介護師の負担が大きいという現状がある[1]．一方，入居者にも睡眠を妨げられるというわずらわしさが生じる．

そこで入居者の健康状態の確認を，ロボットなどのシステムを用いて補助的に行うことができれば，看護師や介護師の負担を減らすことができ，より正確な情報に基づく迅速な対応が可能となる．更に非接触で生体情報を計測できれば，入居者の睡眠を妨げたり，接触性機器等で生じる拘束性を与えたりすることはないなどのメリットがある．

本研究では，介護施設の夜間巡視での利用を想定し，自律移動型の非接触バイタルサイン（呼吸・心拍・体温）測定ロボットの開発を目的とする．

2. 実験方法

図 1 で示した東京都立産業技術センターが開発した T 型ロボットベース[2]にマイクロ波レーダー(SHARP 製)とサーモグラフィー(CHINO 製)を搭載したシステムを用い，介護施設を擬似した環境で研究対象者(健康な青年男子 6 名)の呼吸・心拍・体温を測定した．

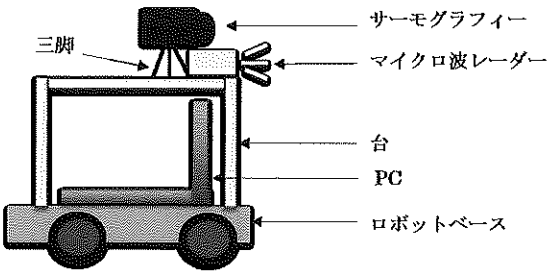


図 1 自律移動型ロボットの構成図

図 2 に示すように，研究対象者はそれぞれの位置でベッドの上で仰向け体勢で，ロボットが開始地点から計測地点 1(ベッドとロボットの距離：0.1m，研究対象者とレーダーの距離：約 0.5m)まで自律移動し，マイクロ波レーダーとサーモグラフィーにより 15 秒間の計測を行い，計測が終わり次第，計測地点 2 まで移動し，また 15 秒間計測を行い，計測終了後に開始地点まで戻ってくる(図 3)．マイクロ波レーダーは頚部に照射し，サーモグラフィーカメラは顔を撮影する．尚，ロボットは自動で計測地点まで移動し，移動後計測が開始するように，前もってプログラムしてある．同時に，研究対象者には呼吸用バンドと心電計を装着し，体温計により腋窩温を測定し，これらをリファレンスとした．研究対象者を 2 人で 1 組とし(計 3 組)，それぞれの組で同様の実験を 2 回ずつ，計 6 回実験を行った．また，この試験は首都大学東京の倫理委員会の承認を得て行ったものである．

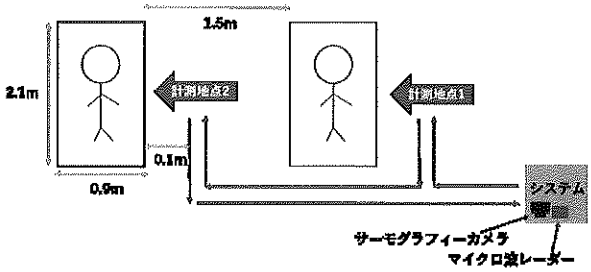


図 2 介護施設を擬似した環境とロボットの移動パス

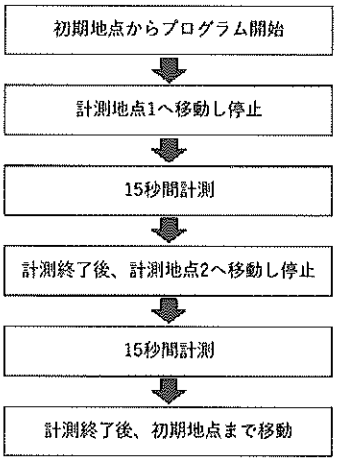


図3 ロボット移動制御とバイタルサイン計測の流れ

3. 解析方法

マイクロ波レーダーで計測した呼吸・心拍信号を，以下の手順で処理を行った．

① サンプリング周波数 100Hz で信号を取得した.
② バンドパスフィルター（呼吸の通過域：0.1～0.5Hz，心拍の通過域：0.7～2Hz）に通しノイズを除去した.
③ 呼吸および心拍信号の周期性を抽出するため自己相関を行った.
④ 自己相関を行った波形に対して高速フーリエ変換を行うことによってパワーが最大となる周波数を求めた.
⑤ 算出された周波数から 1 分間あたりの呼吸数および心拍数を逆算した.

サーモグラフィーで取得した熱画像の解析方法は，まず熱画像に対し，opening 処理を行うことで背景を除去し，顔のみの熱画像を再構築する．その熱画像の上位 30 点の平均を顔表面温度とし，算出した顔表面温度とリファレンスとして体温計により計測した腋窩温を比較した.

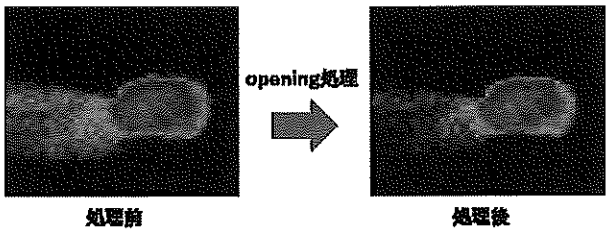


図 4 opening 処理による熱画像の背景除去

4. 結果

まず，マイクロ波レーダーから計測した呼吸と心拍信号が重なった波形を図 5 に示す.

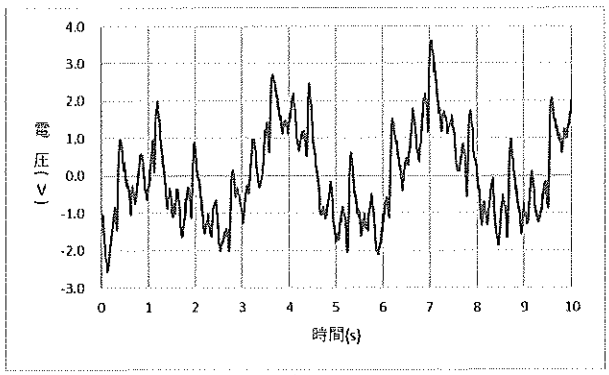


図 5 マイクロ波レーダーから計測された呼吸と心拍の波形

次に，図 5 の呼吸と心拍信号が重なった波形に対し，それぞれバンドパスフィルターを用い処理を行った波形（呼吸の通過域：0.1～0.5Hz，心拍の通過域：0.7～2Hz）と，リファレンスである心電計と呼吸バンドの波形の比較を行った（図 6）.

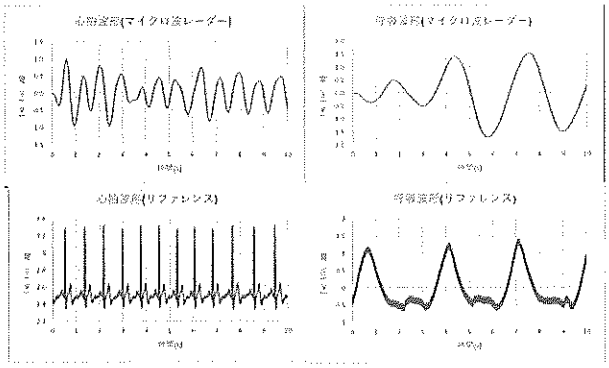


図 6 フィルター処理後の波形とリファレンスとの比較

また，解析により算出した心拍数とリファレンスの心拍数の相関係数は 0.77，算出した呼吸数とリファレンスの呼吸数の相関係数は 0.61，計測した顔表面温度とリファレンスの腋窩温の相関係数は 0.53 であった.

5. まとめ

本研究では，介護施設の夜間巡視での利用を想定し，ロボットベースにマイクロ波レーダーとサーモグラフィーカメラを搭載したシステムを用いて計測精度の検証を行った．マイクロ波レーダーを頚部に照射していたため，心拍数の相関が高くなり，呼吸数の相関が比較的低くなったと考えられる．計測精度に関しては，改善の余地はあるものの，移動から計測までを全自動で行うことができた．また，将来的には，当研究室で研究を行っている，感染症スクリーニングシステム [3]の診断機能を用いることにより，測定値から感染症のスクリーニングを行うことも可能であると考えられる.

今後の課題として，計測精度の向上，測定値から，実際に安否の確認を行うようなシステムの構築を検討していく必要がある．本システムは計測された心拍数・呼吸数・体温から自動的に高齢者の安否確認を行い，介護現場の人手不足と介護者の負担軽減を期待できる.

6. 文献

1)厚生労働省：介護サービス施設・事業所調査 2015
2) 坂下和広,・益田俊樹, et al.： 車輪型ロボットベースの研究開発，ロボティクスメカトロニクス講演会 2014 in Toyama No14-2， 2014
3) T. Matsui, et al. ：A novel screening method for influenza patients using a newly developed noncontact screening system, Journal of Infection Vol.60，271-277，2010

[連絡先]
浅野稜平 (e-mail:chel225sea@gmail.com)

1e4-2

乱数生成課題時の乱数のランダム度の評価による客観的うつ傾向判定システムの開発

○高橋陸*，橋爪絢子*，松井岳巳*
*首都大学東京システムデザイン学部

Development of a System for Monitoring Depressive Tendency Using Randomness Evaluation in Random Number Generation Task

Riku TAKAHASHI*, Ayako HASHIZUME*, Takemi MATSUI*
*Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University

1. 緒論

厚生労働省が 3 年毎に実施している患者調査によれば，気分障害で医療機関を受診している総患者数は平成 26 年には 111.6 万人にも上り，調査を開始して以来，最多となった [1]．平成 23 年に行われた前回調査では，気分障害の総患者数が 95.8 万人だったのと比べると，1.2 倍に増加した．また，初めて患者調査が実地された平成 8 年の気分障害の総患者数は 43.4 万人で，これと比較すると 2.6 倍の数値を示した．気分障害とは，うつ病および双極性障害を指す．これらの患者数の増加が問題となっている一方で，その診断方法の違いの影響についても議論されている [2]．

1.1 うつ病の診断方法と問題点

うつ病の診断の方法として，「精神疾患の診断・統計マニュアル テキスト修正第 4 版」（DSM-IVTR）の「大うつエピソード診断基準」や世界保健機関が作成した「ICD-10」などの診断基準が使用されている．これらはうつ病にみられる症状を記述した複数の診断項目に対し，当てはまる項目数に基づいて診断を行うものである．これらの診断基準を用いると，症状が捕らえられれば容易に診断ができる反面，診断基準が言葉という曖昧なもので作られていることや，診断を患者の自覚症状に頼らざるをえないといった問題がある．

1.2 ランダム度による客観的なうつ病の傾向判定

より正確なうつ病の診断を行うために，客観的にうつ傾向の有無を判定する方法が研究されており，乱数生成課題を課した際に生成される数字のランダム度がうつ病を含む精神神経疾患の患者と健常者では異なることが報告されている [3]．乱数生成課題とは，通常 1 から 9（または 10）の数字をできるだけ「でたらめ」な順序に生成する課題で，乱数生成は口述や記述，キー入力によって行われる．多くの場合，乱数生成課題時にはメトロノーム音等を用いて乱数の生成スピードを指定して行っている．なお，乱数生成課題におけるランダム度とは生成された数字の「でたらめ」の度合いを指し，ランダム性とは「でたらめ」の性質をもつ数列のことを指す．

1.3 研究の目的

本研究では，乱数生成課題時に口述される数字のランダム度の違いから，客観的にうつ傾向の有無が判定できるシステムの開発を目指す．医師による診断時に本システムを併用する場合の実用性を考慮し，乱数生成課題を課した後に直ぐにフィードバックが行える仕様とすることとした．具体的には，音声認識技術を用いて乱数生成課題時に口述される数字を認識し，そのランダム度を計算することで，自動でうつ傾向の判定の表示ができるような設計とする．本システムを用いることで，客観的なうつ傾向の判定が自動で行えるようになる．

本論では，ランダム度を評価する複数の指標を用いて，乱数生成課題時に口述される数字のランダム度を算出し，本システムで算出したランダム度からうつ傾向の有無が判定できるかを検証した．

2. 乱数生成課題において口述される数字のランダム度の比較

2.1 方法

健康な男女 43 名（平均 36.9 歳，SD=17.3）とうつ病と診断されている患者 10 名（平均 34.4 歳，SD=12.3）を対象として乱数生成課題を行ってもらい，課題時に口述される数字のランダム度を両群で比較した．

用いた機器を図 1 にまとめた．協力者には，開始前に乱数生成課題の説明を行った．その後，リラックスした状態で椅子に座ってもらい，目の前に置いたモニターで乱数生成課題を始めるタイミングと方法の教示を行った（図 2）．協力者には，1 から 9 の数字をメトロノームの音にあわせて 1 秒に 1 回，できる限り「でたらめ」となるように口述してもらう乱数生成課題を行ってもらった．乱数生成課題は 60 秒間行ってもらい，その音声を IC レコーダーで録音した．

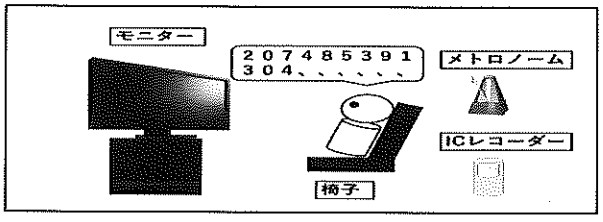


図 1 用いた機器

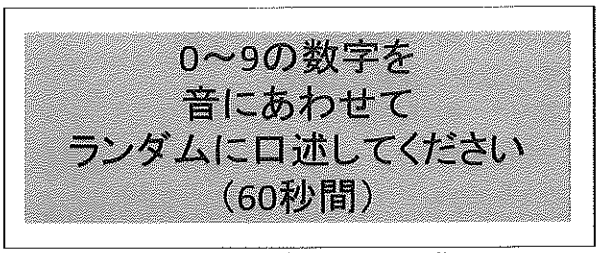


図 2 乱数生成課題による指示

2.2 解析方法

録音した音声から，口述された数字のランダム度を算出した．口述された数字のランダム度の算出には，非ランダム性を示す 8 つのケース（表 1）の頻度をカウントし，非ランダム指標の先行研究[3,4]に基づき計算した．

表 1 ランダム度の評価法

	非ランダム指標	特徴	例
1	CB(Counting Bias)	＋1 ずつ数が上がる	1,2
2	-CB(- Counting Bias)	-1 ずつ数が下がる	9,8
3	IB(Interval Bias)	数字間の差に偏りがある	2,4,6
4	RB(Repetition Bias)	同じ数が連続する	3,3,3
5	DB(DigitBias)	数字の頻度が偏る	0,3,0,0
6	CBm(Counting Bias multiple)	CB の複数	2,3,4
7	-CBm(- Counting Bias multiple)	-CB の複数	4,3,2
8	RNGindex(Random Number Generation)	隣り合った数値の頻度	2,7,2,7

結果と考察

協力者には計 60 個の乱数を口述してもらったが，音に合わせて口述することに慣れるまでに時間がかかったり，「でたらめ」になるように意識を向けすぎて数字を口述できなかったりしたため，口述された数字の個数は平均 55.7±29.3 個となった．ランダム度を評価するのに用いる数字の個数を 50 個と定め，それに満たない場合には以下の分析の対象から除外した．

50 個の数字を生成できた協力者計 44 名（健常者 38 名，うつ病患者 6 名）を対象とし，線形判別分析を行った．それぞれの平均年齢は 37.3 歳（SD=17.5）と 37.0 歳（SD=14.4）となった．判別には，式（1）と判別係数（表 2）を用いた．線形判別分析による群別散布図を図 3 に，判別的中率を表 3 にそれぞれ示す．判別的中率はどちらも 80%以上となり，乱数生成課題時に生成される乱数のランダム度の評価から，うつ傾向を判定できる可能性が示唆された．また，非ランダム指標の中でも特に表 1 の 4 の RB が大きく関与していることが示され，うつ傾向の有無を見分ける指標の一つとなりうると考えられる．

本論では，前述の理由から，50 個の数字を生成できた協力者のみを線形判別分析を行う対象としたが，判別に適した乱数の個数についても検討していく必要がある．

$$y=ax_1+bx_2+cx_3+dx_4+ex_5+fx_6+gx_7+hx_8+C \quad (1)$$

（x_1=CB,x_2=-CB,x_3=IB,x_4=RB,x_5=DB,
x_6=CBm,x_7=-CBm,x_8=RNG index[4],C=定数項）

表 2 判別係数

変数	a (CB)	b (-CB)	c (IB)	d (RB)	e (DB)	f (CBm)	g (-CBm)	h (RNG)	定数項
線形判別関数	2.71	-3.45	-2.4	41.59	-4.05	24.86	15.47	9.74	-2.63

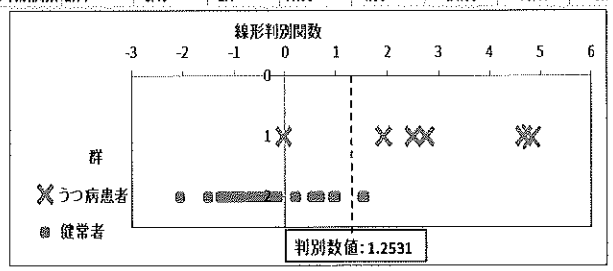


図 3 群別散布図

表 3 判別的中率

	うつ病患者（予測）	健常者（予測）	判別的中率
うつ病患者	5	1	83.33%
健常者	2	36	94.74%
		全 体	93.18%

3. 結論

本論では，客観的なうつ傾向判定システムの開発を目指し，乱数生成課題時に口述される数字のランダム度からうつ傾向の有無が判定できるかを検証した．その結果，健常者群とうつ病患者群を 80%以上の的中率で判別でき，本システムの有用性が示された．また，同じ数字が連続する RB がうつ傾向の有無を見分ける指標の一つとなる可能性が示唆された．今後，判別に適した乱数の個数について検討を行い，さらに音声認識とうつ傾向の判定結果のフィードバックを自動化していく．

4. 参考文献

1) 厚生労働省：平成 26 年患者調査, 2014.
2) 厚生労働省：みんなのメンタルヘルス，2011.
3) 榛葉俊一：統合失調症における乱数生成機能と前頭葉血流，電子情報通信学会, 104(639),7-12, 2005.
4) F.J. Evans: Monitoring Attention Deployment by Random Number Generation: An Index to Measure Subjective Randomness, Bull. Psyhonom. Soc., 12, 35-38, 1978.

［連絡先］
高橋 陸
首都大学東京システムデザイン学部（松井研究室）
〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6
e-mail：riku-takahashi@ed.tmu.ac.jp

1e4-3

近赤外分光法(NIRS)を用いた口呼吸時の身体的負荷の考察

—口呼吸時と鼻呼吸時の脳血流量と酸素摂取量の変化の比較—

○宮地大陽*，香川正幸*，橋爪絢子*，松井岳巳*
*首都大学東京 システムデザイン学部

Estimation of oxygen load in the prefrontal cortex during oral breathing using Near-infrared Spectroscopy: comparison of changes in cerebral blood flow and oxygen consumption during oral and nasal breathing

Hiroaki Miyachi*, Masayuki Kagawa*, Ayako Hashizume*, Takemi Matsui*
*Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University

1. はじめに

1.1 背景

人は睡眠時に鼻経由主体の呼吸をしているが，何らかの原因で口主体の呼吸（口呼吸と呼ぶ）となる場合がある．口呼吸は喉の乾燥による免疫力の低下や風邪などの疾病要因となっているため，早期発見と治療が必要となる．

近年，近赤外分光法（Near-infrared Spectroscopy）を用いた脳血行動態測定装置が運動時，知的作業時の血中ヘモグロビン変化の定量的測定に効果を出している [1]．

1.2 目的

本研究では口呼吸時の前頭葉脳血流内の酸素化ヘモグロビン及び脱酸素化ヘモグロビンの変化量を測定し，口呼吸と脳血行動態の関係を明らかにする．

2. システム概要

通常呼吸（鼻呼吸）を基準とし，口呼吸時におけるヘモグロビン変化量を計測する．頭部には光トポグラフィーを装着し，2波長の近赤外光(830nmと 05nm 光源出力 3mW 日立製作所製）を頭皮上に照射し，頭蓋骨の下の脳血流内の酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)，脱酸素化ヘモグロビン（deoxy-Hb）の変化量を無浸襲計測する．また，同時に口・鼻カミューレも装着し気流を波形情報としてパソコンにデータ収集する．

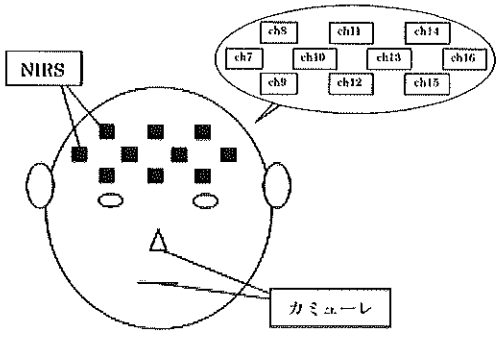


図 1 測定箇所

NIRS では情動，認知，運動，意欲などの高次神経活動が営まれる部位である大脳皮質の計測が可能であり，本研究では前頭葉(第 10 野，第 46 野)を測定対象としている．前頭葉の脳血行動態計測においては全 10 チャンネル(ch7~ch16)からデータ収集を行い,その局所的変化を観察する．測定箇所は図 1 に示す．

3. 検証実験

健康な男子大学生 10 名（21～24 歳）を対象とし，1 分間の通常呼吸（基準値計測）と 5 分間の口呼吸（本計測）を行った．計測中は，目を閉じてリラックスした座位安静状態での腹式呼吸とした．なお,実験に先立ち，首都大学東京日野キャンパスの研究安全倫理委員会の承認を得た．

ヘモグロビン量の変化は基準値からの相対的変化であり，酸素化ヘモグロビンの変化を「ΔO」，脱酸素化ヘモグロビンの変化を「ΔD」とする．1 分間の通常呼吸を基準値 0 とし,5 分間の測定結果を図 2 に示す．また，脳血液内のヘモグロビン変化総量である血流量の変化を「ΔD＋ΔO」，脳組織における酸素摂取量の変化を「ΔD－ΔO」とする．

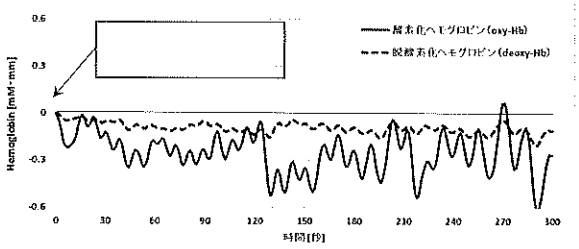


図 2 5 分間のヘモグロビン量変化

4. 結果と考察

4.1 酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビン単独の変化の結果

図 2 に示すように，口呼吸時には,酸素化ヘモグロビンの変化が脱酸素化ヘモグロビンの変化に比べ，顕著な変化を示した．また，通常呼吸から口呼吸に変化するだけでは脱酸素化ヘモグロビン量が大きく変化することは無かった．ただし，事項 4.2, 4.3 に述べるように血流量および酸素摂取量の変化は口呼吸時に特徴的変化があった．この場合の血流量や酸素摂取量の変化は，実は酸素化ヘモグロビン量の変化に大きく依存していることが分かった．

4.2 血流量変化の結果

口呼吸時に切り替えた直後の 30 秒間の脳血流量変化（ΔD＋ΔO）を図 3 に示す．前頭前野に位置する ch12（第 10 野）において,口呼吸時に脳血流量

の減少を確認した.また, 30 秒間の変化量の合計を積分値として抽出した結果を図 4 に示す.口呼吸時での脳血流量の減少が 80%(8/10 人)で観測された.

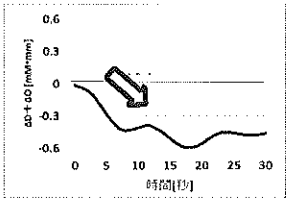


図 3 30 秒間の脳血流量変化

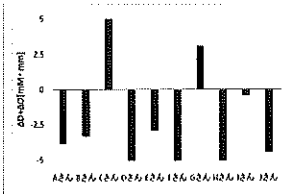


図 4 脳血流量の 30 秒間の変化総量

この脳血流量減少のメカニズムを考察するため, 呼吸停止時のヘモグロビン量変化を調査した. (図 5) 30 秒間の呼吸停止を行った結果,直後に脳血流量の減少が見られた. また, 呼吸停止後 10 秒ほどで血流量が正常に戻り, その後一時的に基準値を超えて増加する補償反応も確認できた.

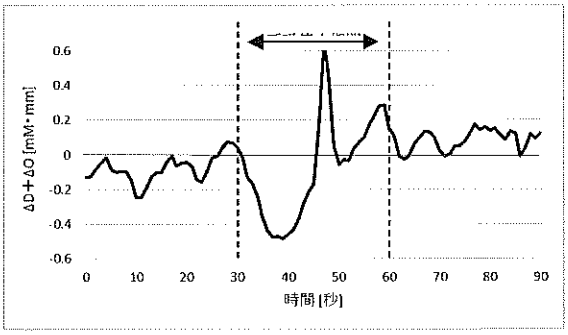


図 5 呼吸停止時の脳血流量変化

口呼吸時と呼吸停止時に同様の変化が見られたことから,口呼吸時に脳血流量が減少する理由として,呼吸効率が悪くなることが考えられる.図 4 の名についての脳血流量増加の例外事象は, 基準値の測定が鼻づまり等の原因で正しく行われていないことが考えられる.

4.3 酸素摂取量変化の結果

口呼吸に切り替えた直後の 30 秒間の脳組織における酸素摂取量の変化 (ΔD−ΔO) を図 6 に示す. 脳血流量と同様の前頭前野に位置する ch12 (第 10 野) において, 口呼吸時に脳組織における酸素摂取量の増加を確認した.また,30 秒間の変化量の合計を積分値として抽出した結果を図 7 に示す.口呼吸時での酸素摂取量の増加が 90%(9/10 人)で観測された.

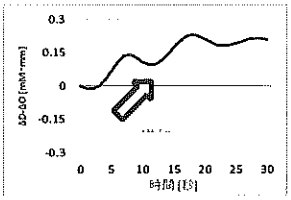


図 6 30 秒間の酸素摂取量変化

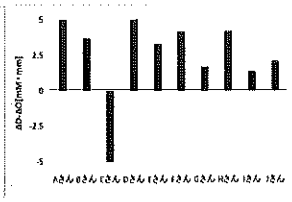


図 7 酸素摂取量の 30 秒間の変化総量

この酸素摂取量増加の現象を考察するため, 計算課題時のヘモグロビン量変化を調べた. (図 8) 30 秒間のクレペリン検査による計算課題を行った結果, 直後に酸素摂取量の増加, 課題終了後に酸素摂取量の減少が確認できた.

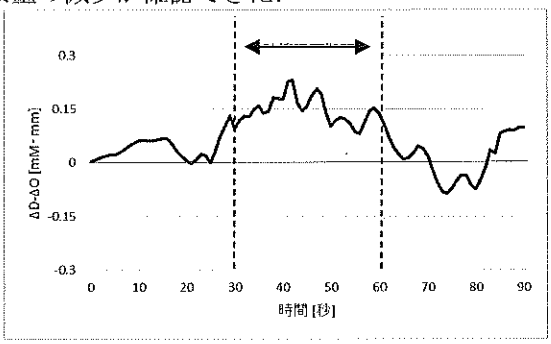


図 8 計算課題時の酸素摂取量波変化

口呼吸時と計算課題時に同様の酸素摂取量の増加が見られたことから, メカニズムは不明だが口呼吸そのものが脳組織に何らかの負荷となっていることが考えられる.

5. 結論

口呼吸時には通常呼吸と比較して, 脳血流量の減少, 脳組織による酸素摂取量の増加が確認できた.

また, 呼吸停止時や計算課題時と同様のヘモグロビン量の減少, 増加の現象が確認できた.以上のことから, 口呼吸は呼吸停止時の呼吸効率の低下や計算課題による脳組織への負荷に類似する身体的負荷を引き起こすことが考えられる.

今回の研究は,覚醒状態における脳血流量や酸素摂取量の変化から身体的負荷を評価した.今後の課題として睡眠時における口呼吸時の身体的負荷を計測し検討したい.

6. 論文

1.) 内藤幾愛, 大西秀明, 古沢アドリアネ明美 : 単純動作と複雑動作時における脳活動の比較—近赤外分光法 (NIRS) による検討—, 理学療法学, 第 35 巻第 2 号, p50-p55, 2008, 4, 20

[連絡先]
宮地 大陽
e-mail : miyachi-hiroaki@ed.tmu.ac.jp

1e4-4

自動車運転時の実験データの解析

—時系列の車載データに適した手法の提案—

○土橋央暉*，菅原滉平*，河合隆史*，三家礼子*，鳥居武史** *早稲田大学，**富士重工業株式会社

Analysis of Experimental Data during Driving

—A Proposal of the Suitable Method for Time Series Automotive Data—

Hiroki Dobashi*, Kohei Sugawara*, Takashi Kawai*, Reiko Mitsuya*, Takeshi Torii**
*The University of Waseda, **Fuji Heavy Industries Ltd.

1. 研究目的

自動車運転時の実験データの解析方法を研究することを目的とする．具体的には，自動車運転時の車載データなどの実験データを適切な統計解析手法によって解析を試みる．本研究では，解析結果として，車両制御が異なる複数条件で行なった実車実験データから複数条件を分類することや最適な条件を導出する方法を検討する．

2. 実験方法

2.1. 実験概要

パワーステアリングのアシスト量を変更できる実験車両を用いて，3 つの異なる操舵感覚「軽い」「中間」「重い」を実験条件とした．また，実験条件の違いによるドライバの操舵動作の違いを手首につけた加速度センサを用いて計測した．使用データは定常円区間データと 1 周データがある．定常円区間データは，カーブを走行中のヨーレートを基準に数秒間を抽出したデータで，1 周データは実験で使用したコースのうち，計測開始から計測終了までのデータである．

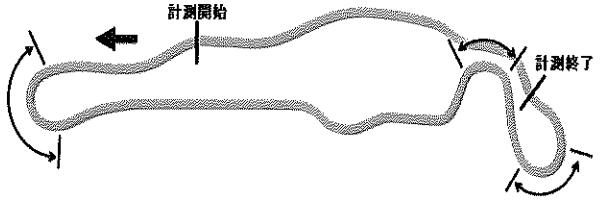


図 1 実験で使用したコース

2.2. 実験環境

スバル研究実験センター内にある複数のカーブを有する周回路を使用した．実験参加者は 30, 40 代の成人男性 5 名である．

2.3. 測定方法

実験条件毎にコースを 5 周し 1 人 15 周走行した．順序効果の影響を考慮し，実験条件は 1 周毎に変更し，1 セット 3 周ずつにランダムに設定した．運転速度はドライバが安全と判断できる範囲で 50km/h を維持し，カーブではステアリングホイールを押し上げるような動作で操舵を行うよう指示した．

3. 実験結果

3.1. 相関分析

全実験参加者の定常円区間データによる実験参加者の主要な項目の相関行列を表 1 に示す．項目「操舵角」が項目「横加速度」「ヨーレート」「右手合成ベクトル」「左手合成ベクトル」に強い相関があり，この相関分析の結果，操舵角について分析を進めるのが有用なことが示唆された．

表 1 定常円区間データによる全実験参加者の相関行列

	1	.4444	**-.9919**	**-.9990**	**-.9019**	**.9344**
	.4444	1	-.4400	-.4380	-.5023	.3898
	-.9919	-.4400	1	**.9956**	**.9049**	**-.9345**
	-.9990	-.4380	**.9956**	1	**.9037**	**-.9347**
	-.9019	-.5023	**.9049**	**.9037**	1	**-.8268**
	.9344	.3897	**-.9345**	**-0.9347**	**-0.8268**	1

(太字部分は相関係数 r>0.8 以上を指す)

3.2. クラスタリング

実験参加者条件別に操舵角を用いて時系列クラスタリングを行なった．実験条件を下記の表 2 に示す．P は participant(実験参加者)を指し，それ以降の数字は実験参加者の番号を指し、条件ごとに番号を割り振って解析を行なった．

表 2 実験参加者条件別の数字の割り振り

	P1	P2	P3	P4	P5
条件 1	1	4	7	10	13
条件 2	2	5	8	11	14
条件 3	3	6	9	12	15

また，図 2 に操舵角による実験参加者条件別クラスタリングの結果を示す．実験参加者 2，5 は同じクラスターに属し，さらに条件別にクラスターが分かれる結果となった．実験参加者ごと，実験条件による運転方法の違い，運転方法の違いがあることが示唆された．

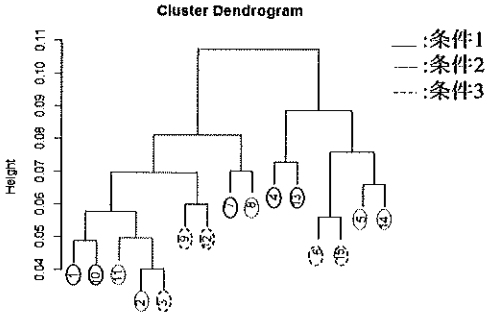


図 2 操舵角による実験参加者条件別クラスタリング

3.3. データ可視化のためのグラフ

操舵角による実験参加者条件別クラスタリングより実験参加者 2, 5 が条件別にクラスタリングされていたことを踏まえ, ヴァイオリンプロット, 箱ひげ図を用い, 条件別の特徴の可視化を試みた. 各条件の特徴は以下の通りである.

条件 1:操舵角が大きくなることが多く, 外れ値がやや見られた

条件 2:操舵角は第 1 四分位点と第 3 四分位点の中にあることがほとんどで, 外れ値はほとんど見られなかった

条件 3:操舵角の値にばらつきが多く, 外れ値が多く見られた　　以上のように, 条件別に特徴が見られた. 全体の特徴として, 平均値などに条件別の差はほとんどないが, ステアリングが重いほど操舵角の値のばらつきは大きくなり, ステアリングが軽いほど操舵角の値のばらつきは小さくなることが分かった.

3.4. AR モデルによる時系列クラスタリング

周期性を持ったデータを解析する際, 周波数解析が有用である. 従って, この場合は定常円区間データの操舵角速度と操舵角加速度に注目した. 下記に次数をそろえた各実験参加者の AR モデルによる周波数解析の結果を図 3, 4 に示す. 横軸は周波数, 縦軸はスペクトルを表している. 周波数解析の結果を操舵角速度のリズムと定義すると, 操舵角速度において実験参加者 1 と 2 と 5 は似通ったリズムをもった運転になっており, 走行経験の差であると考えられる.

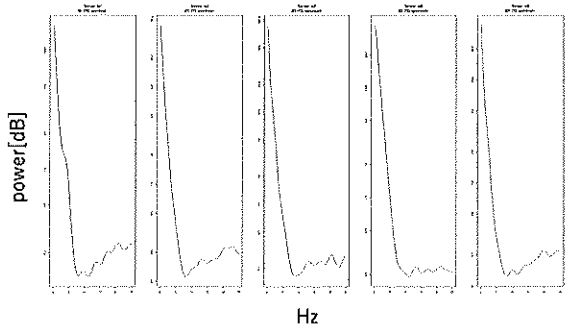


図 3 操舵角速度の AR モデルによる周波数解析結果

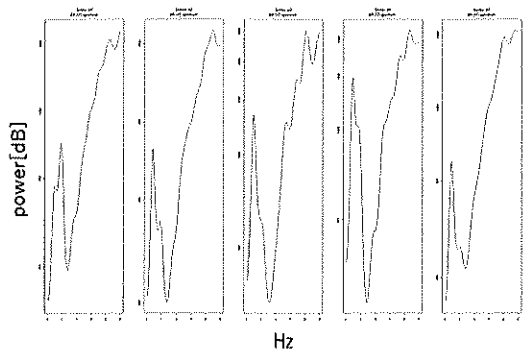


図 4 操舵角加速度の AR モデルによる周波数解析結果

4. まとめ

自動車運転時の実験データの解析方法を研究の目的として解析を行なった. 本研究では, 車両制御が異なる複数条件で行なった実車実験データから複数条件を分類することや最適な条件を導出する方法を見出すことにあった. 今回, 使用するデータの選択や解析手法によってほぼ目的は達成された. 以下に得られた結果を記述する.

・全ての変数間の相関分析により, 操舵角が最も他の変数との相関が高く, かつクラスタリングにおいても有用な変数である

・今回の車載データは時系列データであるので, 時系列クラスタリングは有用であった　・データの可視化という点で, 箱ひげ図やヴァイオリンプロットを用いた. これにより条件 3 はかなりデータのばらつきが他の 2 条件より多くなることが分かった

・AR モデルによる周波数解析は, 解析の余地があるが, 操舵角速度の周波数解析により運転者の走行経験を見る可能性が示唆された

参考文献

1)磯村　有宏, 原 徹, 神谷 公:ドライバのハンドル操作におけるヒューマンファクタ, 自動車技術会, 自動車技術会論文集, (22), pp122-126, 1994.

2)近藤　崇之, 山村　智弘, 久家　伸友, Perez Miguel, 寸田　剛司:リアルタイム・ステアリングエントロピ法の開発, 自動車技術会, 学術講演会前刷集, 34(11), pp1-6, 2014.

3)岡田　将吾　他:車載センサログの時系列データマイニングに基づく運転挙動の分析, 情報処理学会, 第 11 回情報科学フォーラム(FIT2012), pp387-390, 2012.

4)相関分析
http://www.koka.ac.jp/morigiwa/sjs/les10801.htm
2016 年 8 月～9 月閲覧

5){TSclust}ではじめる時系列クラスタリング
http://sinhrks.hatenablog.com/entry/2014/11/16/194012
2016 年 8 月～9 月閲覧

6)時系列データ欠損値(NA)の補完__ZOO
http://kenchan0130-aki.hatenablog.com/entry/20121203/1354521319
2016 年 8 月～9 月閲覧

7)自動車に必要な物理学
http://phys.dip.jp/cars/study.html
2016 年 8 月～9 月閲覧

[連絡先]
土橋央暉
e-mail:h_thnku11@ruri.waseda.jp

2a1-1

6ch スピーカを用いた複数聴取者に対する同一音像提示実験

○柳澤　一世*，武藤　憲司*
*芝浦工業大学

An Experiment of Presentation System with 6-ch Loudspeakers for Same Acoustic Image to Subjects

Issei YANAGISAWA*, Kenji MUTO*
* Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

近年，4K テレビ等の大画面 TV が普及し，高臨場感を得られるものがコンテンツとデバイス共に増えている．しかし，画面を大きくすればするほど視聴者は映像と音像の差，また極端に壁側の座席では片方のスピーカの音量に違和感を持つ．これらの不快感を解消するため，猿渡らは MINT 理論を用いた個人聴取者に対する多点制御により聴取者の不快感を解消している[1]．しかし，複数の聴取者がいる場合を想定しておらず，実用環境では複数聴取者向けの音環境システムの構築が必要である．

音像制御にはインパルス応答の推定が必要であるが，スピーカ数や受音点が多い場合においてはホワイトノイズの録音に膨大な時間がかかるため，気温変化によってインパルス応答に影響が出てしまう．天野らは分割した周波数帯域を複数のスピーカに割り当て，スピーカ間で入れ替えることにより短時間でホワイトノイズの測定を行った[2]．しかし，分析する周波数帯域がスピーカ数に依存するため十分な帯域を確保できないという欠点がある．

本研究では複数聴取者に対し同一音像かつ同一の臨場感を再現する音響環境の構築を目的とする．そこで，本報告では半円状に 6 個のスピーカを配置したマルチチャンネルシステムを構築して，複数聴取者に対して違和感のない所望音像を提示することである．

2. MINT 理論を用いた逆フィルタ設計

ここでは複数聴取者に同一音源を提示するために MINT 理論(multiple input/output inverse theorem)を用いた複数聴取者向けのインパルス応答の逆フィルタ設計法を提案する．逆フィルタ設計を行うためにはインパルス応答の測定が不可欠である．本実験ではスピーカと聴取者の耳の位置に設置したマイク間のインパルス応答の推定をする．また，インパルス応答への気温変化の影響を軽減するために設計/試作/実装/テストシステムの開発に最適な Labview を用いて受音点の同時録音を行い，測定時間を短縮した．

本実験では推定したインパルス応答を計算量の都合よりフィルタ設計は周波数領域における行列計算でフィルタ設計を行う．スピーカと耳の間のインパルス応答の経路を$\boldsymbol{W}_{ij(\omega)}$(聴取者位置 i=1,2,...4 スピーカ位置 j=1,2,...6)とすると$\boldsymbol{W}_{ij(\omega)}$は次式となる．

$$\boldsymbol{W}_{ij(\omega)}=\begin{pmatrix} W_{11(\omega)} & W_{12(\omega)} & W_{13(\omega)} & W_{14(\omega)} & W_{15(\omega)} & W_{16(\omega)} \\ W_{21(\omega)} & W_{22(\omega)} & W_{23(\omega)} & W_{24(\omega)} & W_{25(\omega)} & W_{26(\omega)} \\ W_{31(\omega)} & W_{32(\omega)} & W_{33(\omega)} & W_{34(\omega)} & W_{35(\omega)} & W_{36(\omega)} \\ W_{41(\omega)} & W_{42(\omega)} & W_{43(\omega)} & W_{44(\omega)} & W_{45(\omega)} & W_{46(\omega)} \end{pmatrix}$$

また，マイクからの入力を$\boldsymbol{Y}_{i(\omega)}$，スピーカから出る音を$\boldsymbol{X}_{j(\omega)}$とすると$\boldsymbol{Y}_{i(\omega)}$と$\boldsymbol{X}_{j(\omega)}$の関係は次式で表せる．

$$\boldsymbol{Y}_{i(\omega)} = \boldsymbol{W}_{ij(\omega)}\boldsymbol{X}_{j(\omega)}$$

次に，推定した経路特性$\boldsymbol{W}_{ij(\omega)}$から逆特性$\boldsymbol{W}_{ij(\omega)}^{-1}$を算出し，これを所望音像のインパルス応答$\boldsymbol{H}_{1(\omega)}$，$\boldsymbol{H}_{2(\omega)}$に置き換える．ここで$\boldsymbol{H}_{1(\omega)}$は聴取者の右耳に提示する音像のインパルス応答，$\boldsymbol{H}_{2(\omega)}$は左耳に提示する音像のインパルス応答とする．しかし，ここで扱う$\boldsymbol{W}_{ij(\omega)}$は 4 行 6 列の行列のため$\boldsymbol{W}_{ij(\omega)}^{-1}$を掛けても正則行列ではない． MINT 理論を用いて$\boldsymbol{W}_{ij(\omega)}^{-1}$の最小ノルム解を求め，次式で表す．
これを適用すると次式となる．

$$\boldsymbol{W}_{ij(\omega)}^{-1} = \boldsymbol{W}_{ij(\omega)}^{T}(\boldsymbol{W}_{ij(\omega)}\boldsymbol{W}_{ij(\omega)}^{T})^{-1}\frac{\boldsymbol{Y}_{i(\omega)}}{\boldsymbol{X}_{j(\omega)}}$$

また，このとき作成する逆フィルタ$\boldsymbol{B}_{(\omega)}$を次式で示す．

$$\boldsymbol{B}_{(\omega)} = \begin{pmatrix} W_{11(\omega)} & \cdots & W_{i1(\omega)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{1j(\omega)} & \cdots & W_{ij(\omega)} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} H_{1(\omega)} \\ H_{2(\omega)} \\ H_{1(\omega)} \\ H_{2(\omega)} \end{pmatrix}$$

各スピーカから提示音源と逆フィルタの特性を畳み込んだ$\boldsymbol{B}_{(\omega)}\boldsymbol{X}_{i(\omega)}$を再生することにより同一音源の提示が可能である．図 1 は所望音像提示位置 30 度の場合を示す．

本実験の実験環境を図 2 に示す．2 名の聴取者間を 100 cm とし，その中央を中心とする半径 200 cm の位置に 30 度間隔で 6 つのスピーカを配置した．また、耳の高さを 130 cm とし，合わせてスピーカユニット中心も同様に 130 cm に設定した．聴取者位置は椅子の高さを調整した．所望音像は正面を 0 度とし 15 度間隔で 60 度まで提示した．また，実験中は聴取者には目を閉じた状態で聴取実験を行った．

3. 複数聴取者向け同一音像提示実験

被験者は 2 名の 20 代の男性である．この結果を表 1 に示す．6ch 半円配置環境では各角度において右席では実音像と提示した所望音像との音像差が「TV 視聴時の映像と音像との差に違和感のない 11 度以内」[3]であった．しかし，図 3 に示した通り左席においては角度が大きくなるにつれて誤差角度が大きくなることが分かる．×は左席の結果，*は右席の結果を示している．これはインパルス応答の計測時に聴取位置に人がいないため，聴取実験時に人が障害物なったからである．

4. むすび

本実験では 6ch 環境で複数聴取者に対する同一音像提示環境を構築し，聴取実験を行った．その結果，違和感のない同一音源を右席の聴取者に対しては提示することができた．しかし，左席において大きい角度では誤差が大きい結果になった．今後はこれの原因を追究することにより，正確なインパルス応答を推定する予定である．

5. 参考文献

[1]猿渡他, M 出力 N 入力の一般的な制御問題とその解法, 音響誌, 61(7), 380-385, 2005.

[2] 天野他, Ensemble music-based simultaneous measurement of room impulse responses, 信学技報, EA-114(112), 37-42, 2014.

[3]小宮山摂, 大画面テレビにおける映像と音像定位のずれの許容値について, 音響誌, 43(9), pp664-669, 1989.

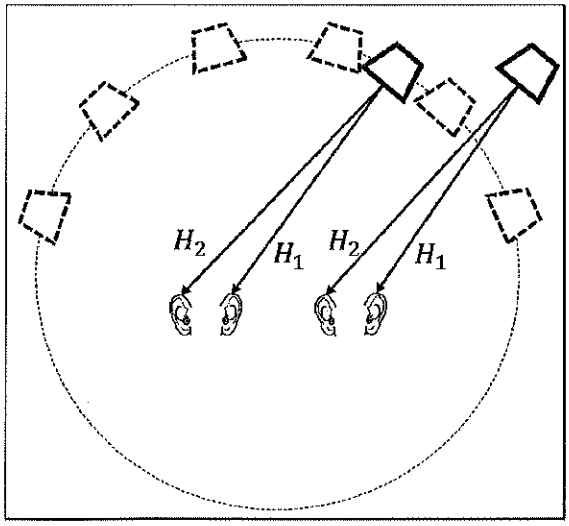


図 1　所望音像提示位置 30 度

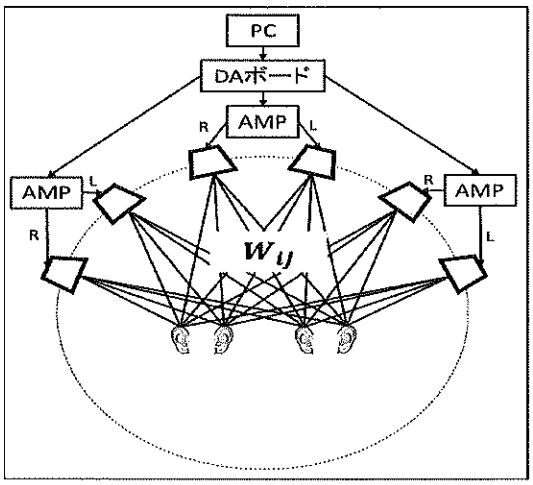


図 2　実験環境配線図

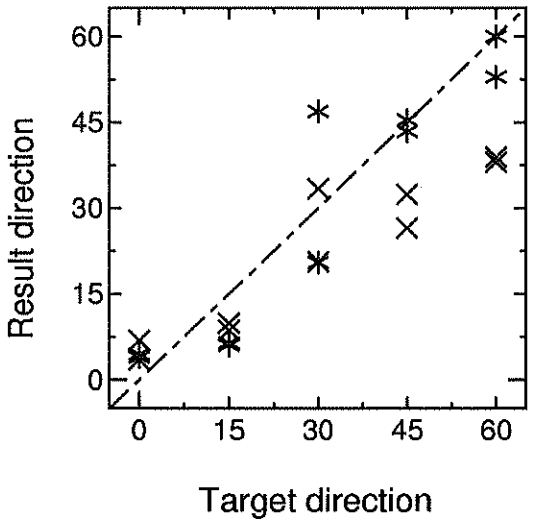


図 3　提示音像と聴取音像の差（×：左側，*：右側）

表 1　提示音像と聴取音像の差の平均

聴取位置	聴取音像と所望音像の平均				
	0°	15°	30°	45°	60°
右	5.17	9.26	33.79	37.92	45.27
左	4.21	6.24	27.05	35.98	32.71

[連絡先]
柳澤　一世
e-mail：af13091@shibaura-it.ac.jp

MRI 検査における骨伝導マイクロホンの発話音声に対する品質改善レベル算出

○稲垣未知　　高橋康次郎　　武藤憲司

芝浦工業大学

Calcuration of Improvement Level of Speech Quality with Bone Conduction Microphone in Magnetic Resonance Imaging Examination

Michi INAGAKI　　Kojiro TAKAHASHI　　Kenji MUTO

Shibaura Institute of Technology

1　はじめに

MRI(Magnetic Resonance Imageing) 装置は人体の断面図を得る医療装置であり，駆動時に 100dB 以上の音圧レベルを示す場合がある [1]．検査中に被験者が体調不良を起こすなどの非常事態が発生した場合，声を出しても MRI 装置に備え付けられているマイクロホンでは大きな駆動音の混入によって声がかき消される．

これらの問題を解決するために骨伝導マイクロホンを用いた通話装置の提案を行った [2]．骨伝導マイクロホンは音声の骨導音を感知するため，外部の騒音に対する耐性がある．大きな声を発することができる健常者を対象に，骨伝導マイクロホンを用いて工事現場などの騒音下で通話するための研究が行われている [3]．

我々は体調不良などで大きな声を出せない被験者でも騒音下で確実に音声を伝達できる骨伝導通信品質を目指している．MRI 駆動音が人体に起こす振動が骨伝導マイクロホンへ混入することで通話品質が劣化する．そこで，骨伝導マイクロホンをカバーで覆い，MRI 駆動音によって皮膚表面で発生する振動から遮蔽する．条件の変化に応じて最適なカバーの面積を決めるために，伝搬特性に分布定数を用いた遮蔽面積の推定式を検討してきた [4][5]．カバーは，装着に不便でなく，検査結果に影響を与えない実用性のある大きさであり，音声が聞き取れる通話品質を保持できることが求められる．

本報告では遮蔽面積の推定式へ振動伝搬特性と音圧振動変換比の測定結果を代入し，母音/a/の第 1，第 2 フォルマント周波数の通話品質改善レベルを算出する．この時，騒音下での実験による人体への負担を考え，疑似生体を用いて測定した．また，疑似生体を使用することでいつでも同じ条件で測定ができる．

2　通話品質改善レベル推定式

通話品質改善レベルを導出するために，振動の伝搬特性に分布定数を用いた推定式を以下に示す．また，骨伝導マイクロホンを遮蔽した時の振動伝搬の様子を図 1 に示す．

音圧 P を受け，振動に変換される任意の点の振動速度 v_0 は次式で与えられる．

$$v_0 = H_1 P e^{j\omega t} \qquad (1)$$

ここで，H_1 は音圧振動変換比，$Pe^{j\omega t}$ は音圧である．音圧 P を受ける任意の点の振動が距離 x，角度 θ 離れた骨伝導マイクロホンまで伝達する時の振動速度を次式で表す．

$$v(x,\theta) = v_0 e^{\gamma x} \qquad (2)$$

ここで $\gamma = \alpha + j\beta$ は振動の伝搬特性であり，α は減衰定数 [neper/m]，β は位相定数 [rad/m] である．

音圧 P が平面に均一に加わる時，骨伝導マイクロホンへ混入する振動速度は周囲から伝搬した振動を総和して求められる．

遮蔽が無い場合に骨伝導マイクロホンへ混入する振動の距離範囲を図 2 に示す．

ここで，遮蔽がない場合，骨伝導マイクロホンへ混入

する振動速度 v_a を次式で表す．

$$\int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} v(x,\theta) d\theta dx \qquad (3)$$

次に，半径 x_s のカバーで遮蔽したときに骨伝導マイクロホンへ混入する振動の距離範囲を図 3 に示す．

半径 x_s のカバーで遮蔽したとき，駆動音が骨伝導マイクロホンに及ぼす振動速度 v_s を次式で表す．

$$v_s = \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} v(x,\theta) d\theta dx \qquad (4)$$

各振動速度を時間微分し，振動加速度を求めることで遮蔽による通話品質改善レベルは次式で求まる．

$$L_i = 10\log a^2_a - 10\log a^2_s \qquad (5)$$

本実験では，筋肉部をシリコンゴム (厚さ 6 mm)，骨部をセラミック (厚さ 10 mm) と模した疑似生体を使用した．MRI 駆動音による振動として疑似生体上に加振器を置き，振動を加えた．この時，疑似生体の端からの反射による影響を考慮し，加振器を疑似生体の端点に設置した．加振器の上に加速度ピックアップ (RION PV-90B) を置き，加振器からの距離 x(20–38 mm) の範囲を 2 mm 間隔で加速度ピックアップ (RION PV-85) を用いて各振動加速度と位相を測定した．距離と振動加速度利得の関係性から減衰定数 α，位相変化の様子から位相定数 β を求め，振動の伝搬特性 γ を導出する．

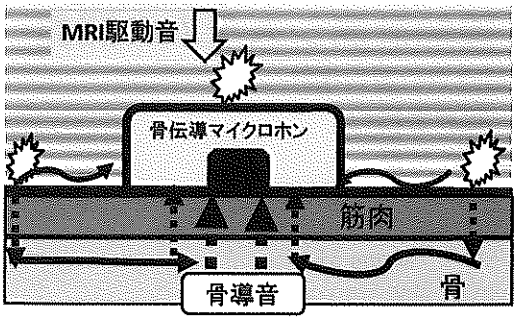


図 1　骨伝導マイクロホン遮蔽時の振動伝搬の様子

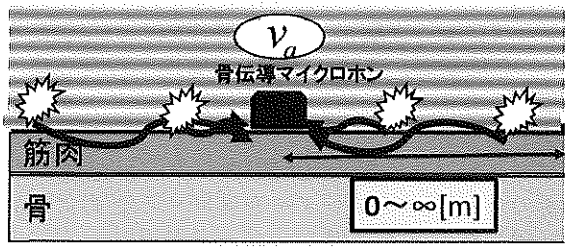


図 2　混入する振動の距離範囲 (遮蔽無し)

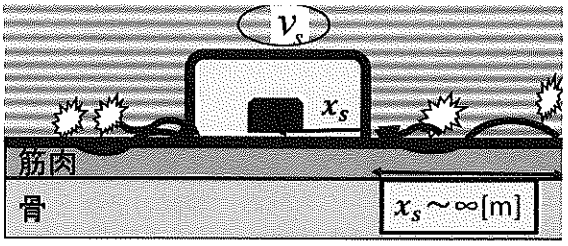


図 3 混入する振動の距離範囲 (遮蔽有り)

3　通話品質改善レベル算出結果

ここでは，騒音レベルが 90 dB，周波数を/a/の第 1，第 2 フォルマント周波数である 800，1600 Hz，半径 40 mm のカバーで骨伝導マイクロホンを遮蔽したと仮定した．図 4，5 に 800Hz と 1600Hz の減衰特性と位相特性を示し，表 1 に伝搬特性を示す．

推定式へ伝搬特性の値を代入することで通話品質改善レベルは 800 Hz の時 1.5 dB，1600 Hz の時 8.5 dB と算出できた．結果より，800 Hz と 1600 Hz の時の遮蔽効果は小さく，患者の発する/a/の音声は本報告の条件では聞き取りにくいことがわかる．

4　むすび

本報告で母音/a/の第 1，第 2 フォルマント周波数をカバーで遮蔽した場合の通話品質改善レベルが推定式から算出できた．今後の課題として，実際に遮蔽実験を行い，提案した遮蔽面積推定式から求めた通話品質改善レベルの妥当性を検証する必要がある．また，多数の単一周波数ではなく，音声帯域の範囲で帯域白色雑音の測定を行い，通話品質改善レベルを算出する．

参考文献
1) Muto, et al., Acous.Sci.Tech, pp.174-175, 2006.
2) 武藤他，音講論 (春)，2-5-14，pp. 589-590，2006.
3) 山本，萩野， OKI テクニカルレビュー，第 220 号 Vol. 79,No2. 2012.
4) Takahashi, et al., Proc. of internoise2016 , pp. 27132720, 2016.
5) 稲垣他，電子情報通信学会ソサイエティ大会，2E14，2016.

[連絡先] 稲垣　未知

e-mail:af13007@shibaura-it.ac.jp

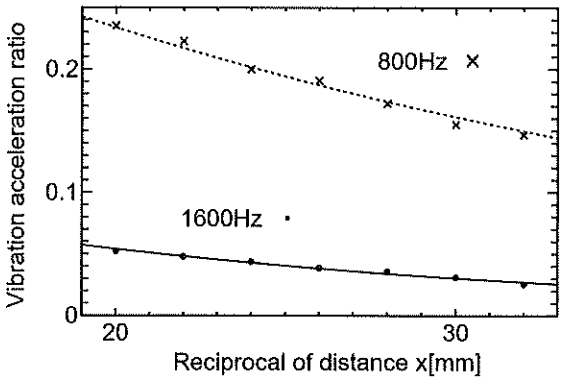


図 4 減衰特性

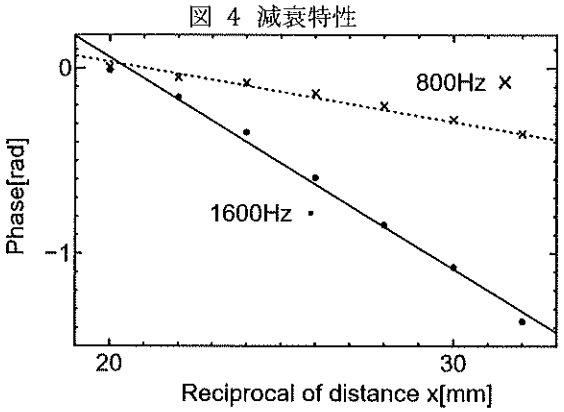


図 5 位相特性

表 1 伝搬特性

周波数[Hz]	伝搬特性 γ
800	$(-37\times10^{-6})+j(-33\times10^{-6})$
1600	$(-57\times10^{-6})+j(-114\times10^{-6})$

2a1-3

HRV を用いたうつ傾向判定のための非接触計測システムの開発

-マイクロ波レーダーによる大腿部脈派計測の検討-

○熊澤良太*，橋爪絢子*，松井岳巳*

*首都大学東京システムデザイン学部

Development of Noncontact Measurement System of Heart Rate Variability for Screening Depressed Patients

-Pulse Measurement Using Microwave Radars Attached Around Femoral Area-

Ryota KUMAZAWA*, Ayako HASHIZUME*, Takemi MATSUI*

*Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University

1. 諸論

厚生労働省によると，精神疾患患者数は増加傾向にあり，平成 26 年には 318 万人にものぼる [1]．精神疾患患者の中でも，とりわけうつ病の患者数は多く，今後も増加すると予想されている．

現在行われているうつ病の診断では，DSM-5 や ICD-10 などの診断基準を使用することが一般的で，これらの方法では患者の自覚症状に基づいて診断が行われる．一方，客観的な方法として，心拍数変動指標（HRV: Heart Rate Variability）を用いたものがある．先行研究では，うつ病患者と健常者では自律神経の活動指標である HRV の変化パターンが異なることが明らかにされている [2]．このことを用いて，精神的負荷を与える課題中，およびその前後の HRV の変化をみることで，客観的なうつ傾向の判定ができる．HRV の算出は，心電図計測から行う方法が一般的だが，電極の貼付が計測対象者の負担となる．

当研究グループでは，椅子の背面に設置されたマイクロ波レーダーから HRV を算出し，自律神経の評価を行うシステムを開発している [3]．このシステムでは，椅子に座るだけで自律神経の評価をすることが可能であるが，発声を伴う精神的負荷課題を課した場合に，発声による体表面の動きが HRV 算出に影響するという問題がある．この問題は，体表面の動きによって脈波に乱れが生じることで，HRV 算出のためのピークの検出が正確にできないことに起因している．この問題が解決されると，本システムに座って精神負荷課題を行うことで，自律神経の評価，およびうつ傾向判定が行えるようになる．

本研究の目的は，うつ傾向を判定するために課す発声を伴う精神負荷課題を行う際に，発声による対表面の動きの HRV 算出への影響を減少させることにある．本論では，発声時の体表面の動きの影響が一番少ないと考えられる椅子の座面にマイクロ波レーダーを設置し，脈波計測をすることを検討した．脈拍が取りやすいとされる膝窩動脈により近い位置で計測ができるよう，大腿部の膝に近い場所にマイクロ波レーダーを設置し，発生を伴う課題時に正確な脈波計測が可能かを検証した．

2. 脈波計測の精度検証

2.1 非接触計測システムの概要

図 1 にシステムの構成を示す．本システムは，背面と座面のクッションの内部に設置したマイクロ波レーダー（シャープ製の DC6M4JN3000）から脈波を計測し，心拍間隔，および HRV の算出が行えるよう設計した．背面に 2 つのマイクロ波レーダーを設置した椅子の座面に，マイクロ波レーダーを 2 つ埋め込んだポリエステル製の低反発クッションを置いた．2 か所のマイクロ波レーダーを区別するために，背面に設置したマイクロ波レーダーを背面レーダー，座面のクッション内部に設置したマイクロ波レーダーを大腿部レーダーと呼ぶこととする．大腿部レーダーはアルミ製のケースに収納し，膝窩動脈の近くを照射できるようにクッション内部の膝に近い場所に設置した．計測対象者が座る位置のばらつきを少なくするために，クッションの外側と中央を少し高くした．　本章では，本システムを用いて背面レーダーと大腿部レーダーから同時に脈波の計測を行い，発声時にも正確な脈波計測が可能かを検証した．

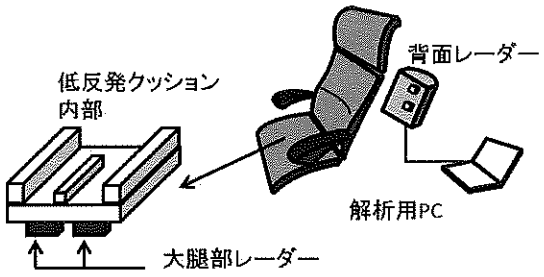


図 1 システムの構成

2.2 方法

健常者 43 名（平均 36.9±6.9 歳）を対象として計測を行い，大腿部レーダーを用いることで発声が HRV 算出にもたらす影響を減少させられるかを検証した．2.1 のシステムを用いた計測と同時に，心電図計測も行った．計測の際，うつ傾向判定に用いる精神負荷課題として，乱数の口述を行ってもらった．

事前に課題の説明を行った後で，計 350 秒間の計測をした（図 2）．最初に前安静の時間を 100 秒間設けた後，発声を伴う課題を 190 秒間行って



図 2 計測の流れ

もらい，さらに 60 秒間の後安静を設けた．HRV の算出の際，40 秒間の計測で得られた心拍間隔から一つの値を算出するため，計測開始から 100 秒間を前安静時とし，それと算出される HRV の数が同一になるよう，後安静の時間も設定した．

2.3 解析方法

背面レーダーと大腿部レーダーから得た脈波波形，および心電図から得た波形からそれぞれのピーク間隔を抽出し，HRV を算出した．HRV の算出には AR 法を用い，40 秒間を一つのデータ長として，1 秒ずつシフトさせて行った．

3. 結果と考察

背面レーダーから得られた脈波波形と心電図波形を図 3 に，大腿部レーダーから得られた脈波波形と心電図波形を図 4 にそれぞれ示す．また，算出した HRV のうち，低周波成分である LF を図 5 に示す．図 3-5 の編みかけの部分は，課題を行ってもらっていた時間で，計測対象者が発声中であったことを示している． 図 3-4 を見てみると，背面レーダーで計測した脈波では，発声時に波形に乱れが生じ，ピーク検出が困難となるのに対し，大腿部レーダーで計測した脈波には，発声時においても波形の乱れが少なく，ピーク検出が可能であることが確認できる．また，図 5 で背面と大腿部の両レーダーで計測した脈波から算出した LF を比較すると，背面レーダーでは，前安静時には心電図と同等の LF が観測されたが，100 秒以降では発声の影響で正確な LF の算出が難しい結果となった．一方，大腿部レーダーでは，発声を開始した後でも背面レーダーのような大きなずれは見られず，LF の算出においても発声の影響を受けにくいことが示された．

これらの結果から，大腿部からの脈波計測のほうが発声に伴う体表面の動きの影響が少なく，精度の高いピーク検出，および HRV 算出ができることが示唆された．しかしながら，計測時の計測対象者の足の位置や体格によっては，大腿部レーダーの照射が膝窩動脈に近い位置にならず，大腿部レーダーにおいても正確な脈波が計測できないケースも見られた．正確に脈波計測を行うには，大腿部動脈の位置に合わせてマイクロ波レーダーの照射ができるような設計を検討する必要がある．

4. 結論

本論では，うつ傾向判定のための非接触計測システムの開発を目指し，発声による HRV 算出への影響を軽減する方法について検証した．マイクロ波レーダーを用いた背面と大腿部からの脈波計測を比較した結果，大腿部から脈波計測を行うことで，発声による影響を軽減できることが確認された．このことから，大腿部からの脈波計測によって，うつ傾向判定のための課題時の発声による HRV 算出への影響を軽減できる可能性が示された．

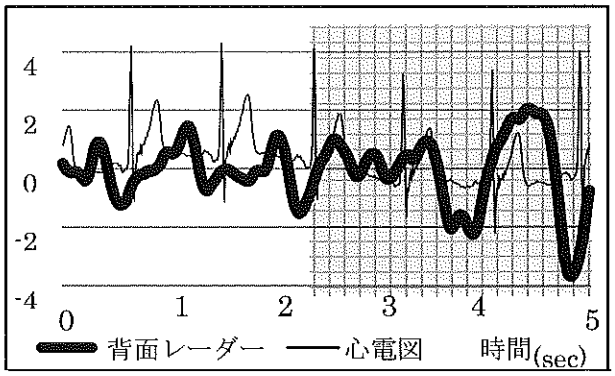


図 3 背面レーダーと心電図波形の比較

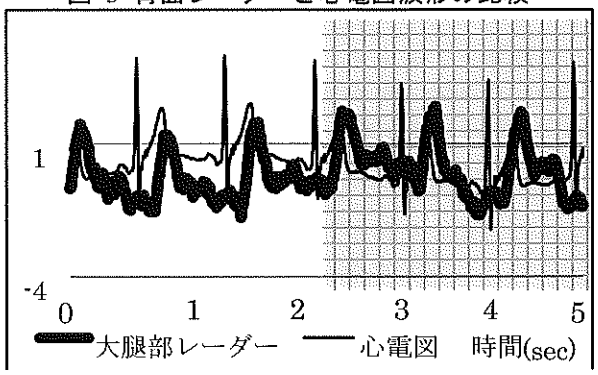


図 4 大腿部レーダーと心電図波形の比較

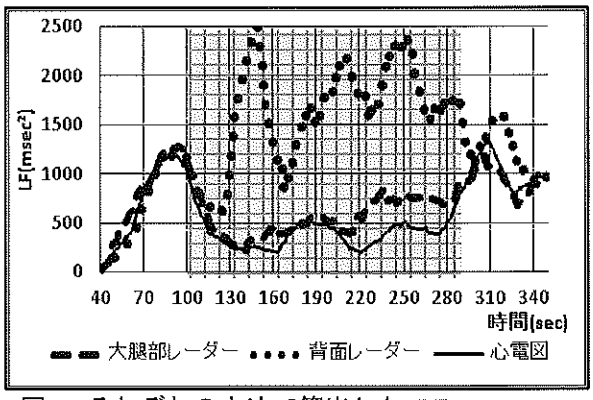


図 5 それぞれの方法で算出した LF

5. 参考文献

1) 厚生労働省 ：平成 26 年患者調査 , 2014 (http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_csvDownload_&fileId=000007530478&releas eCount=1, 閲覧日 2016 年 11 月 15 日).

2) Shinba T.: Altered autonomic activity and reactivity in depression revealed by heart-rate variability measurement during rest and task conditions, Psychiatry and clinical neurosciences, 68, 225-233, 2014.

3) 海野智暁・菊川裕也・田中洋輔・橋爪絢子・串山久美子・松井岳巳：マイクロ波レーダーを用いた非接触バイオフィードバックシステム，バイオフィードバック研究, 41(1), 12-17,2014.

[連絡先]
熊澤 良太 e-mail：kumazawa-ryota@ed.tmu.ac.jp

2a1-4

小型ドップラーレーダーを用いた乳幼児見守りシステムの開発

—デュアルレーダーによる相互相関心拍測定法—

○小山貴大*，松井岳巳**，孫光鎬***
*首都大学東京システムデザイン学部，**電気通信大学

The development of infant monitoring system by using dual Doppler radars

Takahiro Koyama*, Takemi Matsui**, Sun Guanghao***
*Tokyo Metropolitan University, **The University of Electro-Communications

1.緒論

保育施設や在宅における，乳児の死亡事故の要因として睡眠中の窒息事故が挙げられる．窒息事故は乳児の死亡事故の約 8 割を占めており，その内訳は睡眠中の窒息事故が最も多い．[1]窒息は起こると 5 分程度で死亡してしまうこともあり，重大な事故である．しかし発見が早く，心肺蘇生などの処置を素早く施したことにより命が助かった例も多くある．睡眠中の乳児の心肺停止等の異常を検知し，保護者や保育士に知らせるシステムがあれば，保護責任者の負担，不安を減らすことが出来るのではないかと考えられる．

就寝中における乳幼児の呼吸循環系の異常検出を目的として，2 台の 24GHz のドップラーレーダー(10mW)を布団の裏面に 20cm 離して設置し，呼吸・心拍を非接触で計測するシステムを開発した．本研究ではこのシステムを用い生後 12 ヶ月の乳児の呼吸・心拍を計測し，その信号の解析を行った．

2.システム概要

システム概要図を図 1 に示す

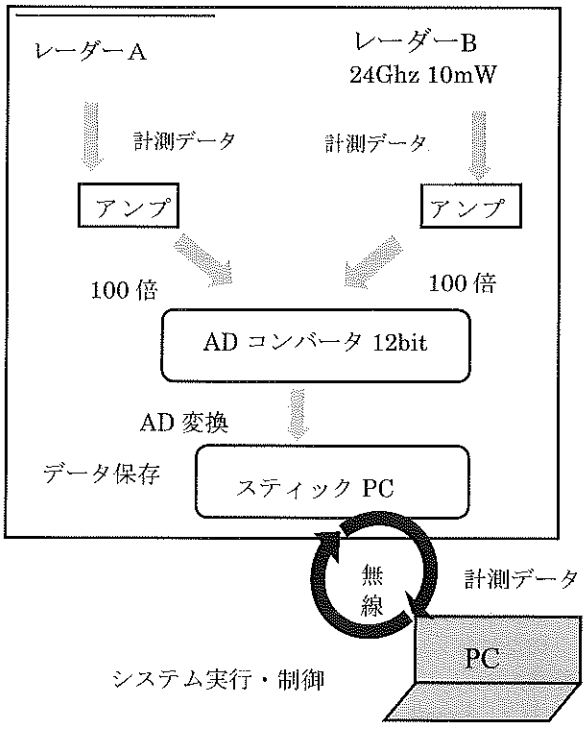


図 1

図 2 に示すように乳児の背部左右に設置した 2 台の小型ドップラーレーダー(DC6M4ZN3，SHARP 社製)の出力信号を，ゲイン 100 倍のオペアンプで増し，12bit の AD コンバータを用いて，システム内のスティック PC で保存する．[2]システムの制御及び生体信号のモニターは外部の PC を用い無線で行う．このシステムにおける特徴として

・①非接触で計測ができる
・②2 台のレーダーを使用している

という点が挙げられる．完全接触でなければ測定できない圧電センサでは乳児の見守りにおいて死亡事故例が報告されている．レーダーは乳児の体に接触させる必要がないので，接触不良による事故は生じない．また，心拍の計測精度を高めるために 2 台のレーダーの出力信号を相互にリファレンスとし使用して解析を行った．2 台のレーダーはマイクロ波の照射範囲と呼吸心拍の計測可能範囲の拡大にも寄与している．

本研究で用いるドップラーレーダーの指向角度はメーカーの技術資料によると約 25° であり，被験者までの距離を約 3cm 程度とすると，二つのレーダーを左右 20cm 離して設置することにより乳児用の布団中央付近（図 2 の赤斜線）がマイクロ波照射範囲と考えられる．（図 2）

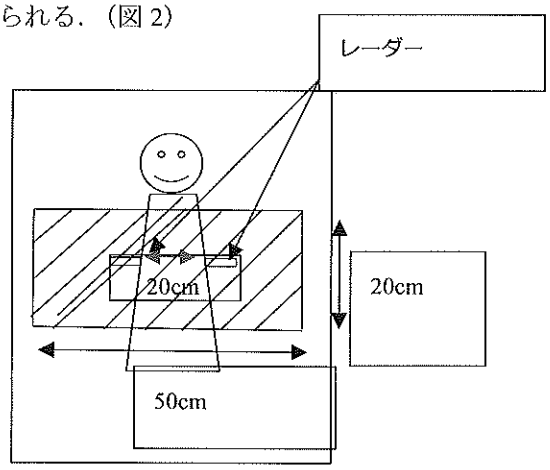


図 2　マイクロ波照射範囲

3．睡眠中の乳児の心拍・呼吸計測の検証

本システムを使用し，乳児の心拍・呼吸を計測する検

証試験を行った.データの保存,解析は LabView（ナショナルインスルツメンツ社）を用いた.
本検証試験は首都大学東京日野キャンパス研究倫理委員会の承認のもと実施した.

3.1　検証方法

乳児用布団裏面中央に図 2 のようにシステムを設置し，健康な生後 12 ヶ月の乳児（男）の昼寝の時間に合わせ,睡眠に入った状態から約 10 分乳児の呼吸・心拍を計測した.

3.2　検証結果・解析

・呼吸数の算出

図 3 にレーダーの出力信号から得られた呼吸波形を示す．呼吸数はレーダーの出力信号に 5Hz のローパスフィルタをかけ,高速フーリエ変換処理後に最大のピークを示す周波数の値から算出した．呼吸数の算出結果は 22 回/分であった.

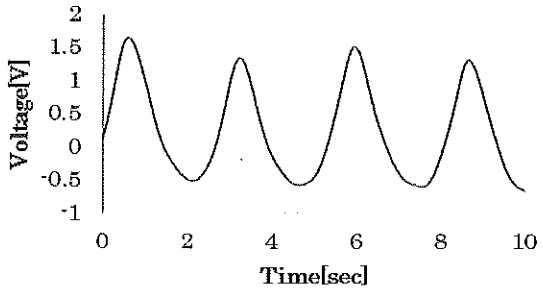
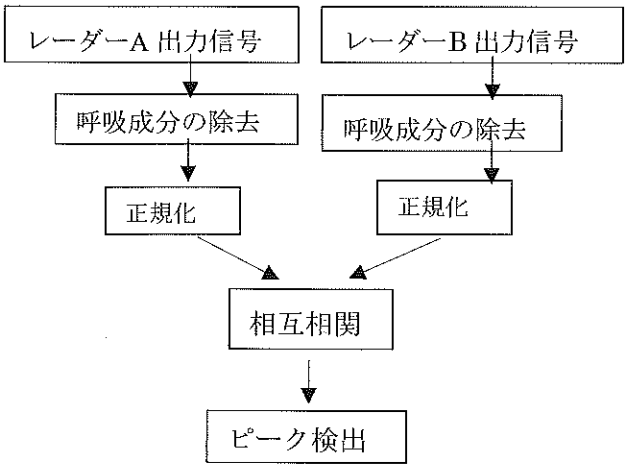


図 3 レーダー出力信号から得られた呼吸波形（10 秒）

・心拍数の算出

本検証試験では二つのレーダーを用い同じ事象（一人の乳児）から生じる信号を計測しており,二つのレーダーから得られる共通の周期的な信号は呼吸または心拍によって生じる信号だと考えられる.よって，表 1 のフローチャートを用いて解析を行った.

表 1 デュアルレーダーによる相互相関心拍測定法



レーダーA と B の出力信号の移動平均（刻み幅 0.2 秒）を取ることにより抽出し，これを元のレーダー出力信号から引くことにより心拍波形のみを求めた.この波形を正規化し，二つの正規化波形の相互相関を求める．得られた相互相関関数（図 6）のピーク間隔から心拍数を算出したところ，心拍数は 77 回/分であった.

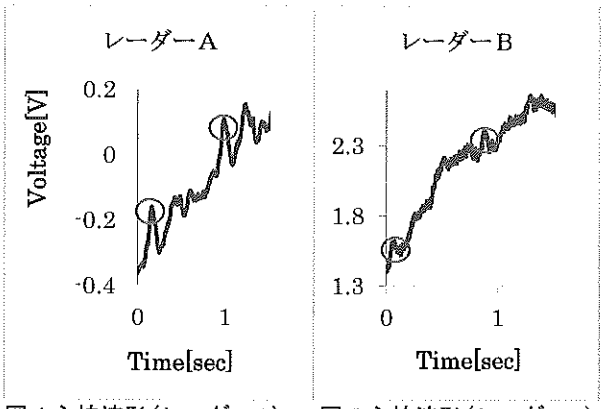


図 4 心拍波形（レーダーA）

図 5 心拍波形（レーダーB）

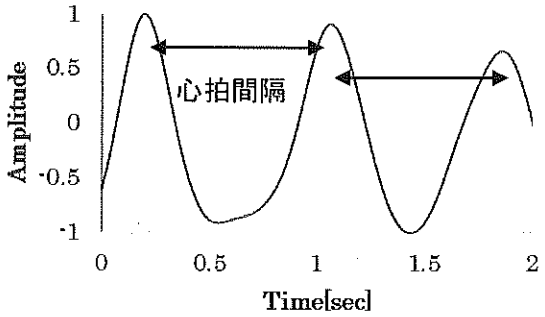


図 6 レーダーA とレーダーB の相互相関波形

3.3 考察

本実地検証では検証対象者への倫理的配慮からリファレンスをつけずに測定を行った.一般に生後 12 ヶ月の乳児の心拍数は 70～110 回/分,吸数数は生後 1～3 歳は 20～30 回/分である.呼吸数の算出結果は 22 回/分であり,これは乳児の呼吸数として妥当な値である．また胸部の動きを目視で数えた回数 22 回とほぼ一致した.心拍数の算出結果は 77 回/分であったが，睡眠により心拍数が低下したものと推察される.

4.結論

レーダーを用いた非接触の測定システムを開発し，それを用いて生後 12 ヶ月の呼吸数・心拍数として妥当な値を算出することが出来た．今後は許可を得た施設等でリファレンス装置をつけてシステムの精度検証を行う必要がある.

5.参考文献

1)厚生労働省　人口動態調査　2014
2)Sun G, Akanuma M, Matsui T.
Clinical evaluation of the newly developed infectious disease/fever screening radar system using the neural network and fuzzy grouping method for travellers with suspected infectious diseases at Narita International Airport Clinic.
J Infect. 2016 Jan;72(1):121-3.

［連絡先］
小山　貴大(koyama-takahiro@ed.tmu.ac.jp)

2b1-1

騒音下における拡声器のための実時間音声加工システム

河野日向子
法政大学理工学部

Real-time voice processing system for the loudspeakers under noisy environments

Hinako KAWANO
Faculty of Science and Engineering, Hosei University

1. 研究の目的とその意義

聴覚機能は加齢に伴い劣化することが知られている．日常生活を取り巻く環境において，周囲騒音が拡声器により拡声される音声の聞き取り易さを低下させることがある．特に若年者に比べて高齢者は特にその影響を受けやすい．具体的には，駅構内における電車の通過音によりアナウンスが聞き取りづらいこと等が挙げられる．既に，実際に補聴器などで実用化されている多帯域振幅圧縮を利用した音声加工システムの研究がされていたが，実時間処理ではないため現実的に使用することが難しい．本研究では主に高齢者に向けた，音声の各帯域の圧縮程度を周囲騒音から決定し，実時間で多帯域振幅圧縮処理するような音声加工システムの開発を目的とする．

2. 多帯域振幅圧縮について

振幅圧縮とは振幅の変化を減じる信号処理のことであり，音声信号を振幅圧縮すると小振幅の部分は振幅が拡大され，一方で大振幅の部分は縮小される．この振幅圧縮を多帯域に分けて行う処理が多帯域振幅圧縮であり，この処理を行うことで拡声器に応用した際に放送の平均出力音圧レベルを増すことなく，騒音下での聞き取り易さを増すことができる．

3. 研究の方法

本研究で作成するシステムは，サウンド入出力機能を備えた一般的なパーソナルコンピュータと，その上で実行される，MATLAB と Simulink で作成されるプログラムにより構成される．MATLAB を使うことにより，先行研究に比べてメンテナンス性等を向上させている．

4. システムの構成

4.1 システムの概要

このシステムは，周囲騒音の分析結果に応じて各周波数帯域の圧縮の程度を自動で決定し，その圧縮レベルに基づいて多帯域振幅圧縮処理を行うものである．実際には目的音声の帯域毎にゲイン調節量を求めて振幅圧縮処理を行うが，理解しやすくするために，図 1 に目的音声を帯域分けした後の，ある 1 帯域分のシステムの構成を簡略化したものを示す．本システムの構成を大きく分けると，多帯域振幅圧縮処理システムと圧縮レベル算出システムに分けることができる．このとき多帯域振幅圧縮処理システムは，目的音声の分析結果と，後述する圧縮

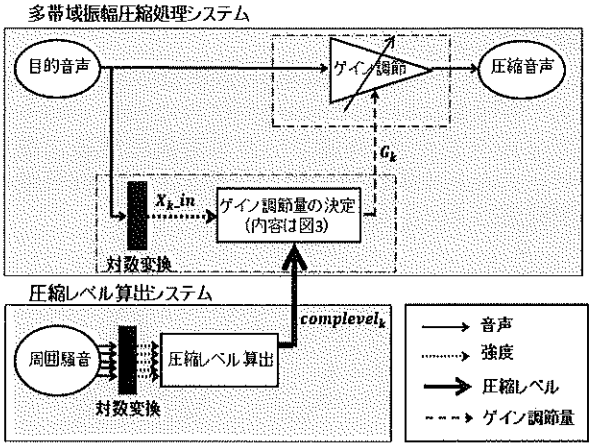


図 1 簡略化したシステムの構成（1 帯域分）

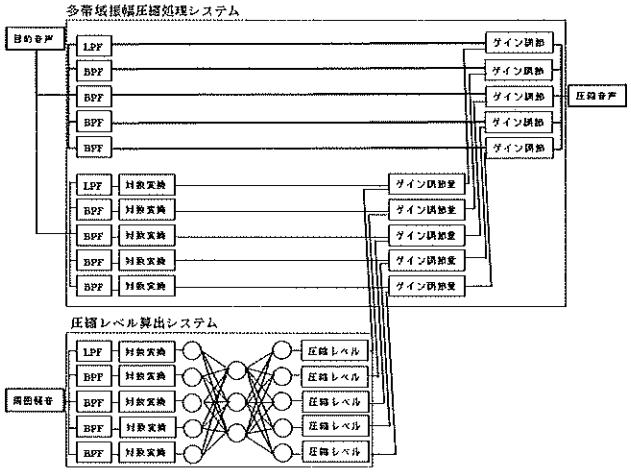


図 2 モデル化されたシステム全体図

レベル算出システムから得られる圧縮レベルをもとにゲイン調節量を決定し,目的音声を各帯域のゲインを調節することにより多帯域振幅圧縮処理して音声を出力するものである．また圧縮レベル算出システムは，周囲騒音の 5 帯域各々の強度を推定し，圧縮レベルを算出する為のニューラルネットワークによって，帯域毎に適切な圧縮レベルを多帯域振幅圧縮処理システムへと出力するものである．

さらに，システムのモデル化したものを図 2 に示す．多帯域振幅圧縮処理システムに入力される目的音声は，図 1 に 2 つの点線枠で示したように，2 系統に分ける必要がある．各々，ゲイン調節量を算出する為（下の点線枠）と，圧縮音声を生成する為（上の点線枠）のものである．このシステムで述

べている 5 帯域は，遮断周波数 350Hz のローパスフィルタと，中心周波数 500Hz，1kHz，2kHz，4kHz の 4 つのバンドパスフィルタによって濾派さ

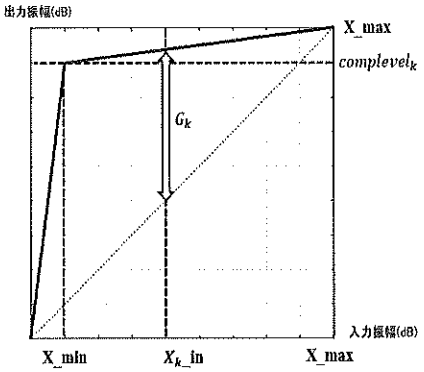


図 3 帯域 k における圧縮特性

れている．

4.2 多帯域振幅圧縮処理システム

多帯域振幅圧縮処理システムについて詳しく説明する．まず，入力された目的音声を 5 帯域のフィルタ群で帯域分けして，それを対数レベルに変換し，さらに時定数 0.01 秒の 1 次遅れのローパスフィルタで平滑化したものを，この帯域における音圧レベルとする．対数レベルへの変換の式は，

$$10\log_{10} x^2$$

である．次に，目的音声各帯域の強度，ならびに後述する圧縮レベル算出システムから得られる各帯域についての圧縮レベルより，目的音声各帯域に対するゲイン調節量を算出する．

ここで 5 帯域に分けた内のある帯域 k について注目し，帯域 k における圧縮特性を図 3 に示す．先程得られた目的音声の帯域 k における音圧レベルを X_k _in とおく．図中の X_min は背景雑音や量子化誤差の過増幅を抑えるための閾値レベル，X_max は入力の最大レベルであり，系の有するダイナミックレンジに応じて定まる．一方で，$\boldsymbol{complevel_k}$は当該帯域に対する圧縮レベルであり，圧縮レベル算出システムのニューラルネットワークの出力によって決定される．本システムの振幅圧縮処理を実現するためには，同図上における鎖線と太実線の垂直方向距離$\boldsymbol{G_k}$がゲイン調節量となり，入力信号を$\boldsymbol{G_k}$分増幅させればよい．ちなみに$\boldsymbol{complevel_k}$が低い時，つまり鎖線と太実線が重なっている状態では，入力を問わずゲイン調節量が 0 となり，完全に非圧縮となる．

また，図 2 における多帯域振幅圧縮処理システムには，上述した 5 帯域のフィルタ群と同じものがもう一組含まれている．これは振幅圧縮に先立ち，目的音声を各々の帯域に分離するために用いられる．各帯域に分離された目的音声に対し，上述のゲイン調節量に基づくゲイン調節を行うことにより圧縮を施し，最後に圧縮された各帯域の信号の和を求めることにより，多帯域振幅圧縮された目的音声が得られる．

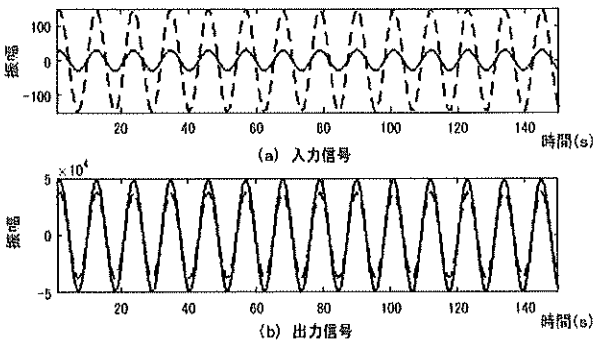


図 4 振幅圧縮処理前後の信号波形例

4.3 圧縮レベル算出システム

このシステムは周囲騒音の分析結果をもとに，各帯域の最適な圧縮レベルを多帯域振幅圧縮処理システムへ出力するものである．本研究のシステムでは，周囲騒音の分析結果に感応して適切な圧縮レベルを出力するために，ニューラルネットワークを使用している．今回用いるニューラルネットは入力層 5 素子，中間層 3 素子，出力層 5 素子で構成され，バックプロパゲーション法で予め騒音の分析結果に対して適切な圧縮レベルを出力するように学習させたものである．また入力層と中間層には，入力に関係なく常に 1 を出力するバイアスニューロンを設けてある．また，0 から 1 までのあらゆる中間的な値が出力されることを望んでいるため，シグモイド関数として，

$$\mathbf{f(x)} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{1} + \boldsymbol{e}^{-0.5x}}$$

を用いた．

5. 現状と今後の研究計画

現在，Simulink を用いて，周囲騒音の周波数分析に基づいて目的音声の周波数帯域ごとの振幅圧縮を制御し，実時間で処理できるシステムを作成している．ここで，振幅圧縮処理前後の信号波形の例を図 4 に示す．振幅が大きい点線の信号と，振幅が小さい実線の信号を振幅圧縮した結果を比較すると，出力信号はどちらもほぼ同じ振幅で出力されることが分かる．今後は，この振幅圧縮処理を多帯域に分けて処理をし，実時間で処理できるシステムの完成を目指す．さらに，このシステムを使って多帯域振幅圧縮処理の有効性について検討していきたい．

文献

1) 鈴木郁，越智寛毅：高齢者にとっての了解度改善を目的とした，拡声器のための音声加工処理，人間工学，40(6)，289-301，2004

[連絡先]
河野 日向子（かわの ひなこ）
e-mail：hinako.kawano.5m@stu.hosei.ac.jp

2b1-2

近距離通信における BLE の有効性

—2 次元バーコード等の置き換えについて—

安東共喜
法政大学理工学部

Effectiveness of BLE in the short-range communication
-On the replacement of two-dimensional bar codes-

Tomoki ANDO
Faculty of Science and engineering, Hosei University

1. 研究の目的とその意義

近距離で情報を送信する方法として，２次元バーコードや NFC(Near Field Communication)などがある．これらの方法はタブレットなどのデバイスをかざすことで情報の受け渡しを行うが，かざす動作がユーザーにとって負担となる．そこで近年注目されている方法が BLE(Bluetooth Low Energy)である．BLE は，通信速度は遅いが小型で消費電力が低い．またブロードキャスト通信が可能であるため，ペアリングをせずにユーザーに送信することができ，ユーザーの負担を軽減できる．本研究では，BLE による 2 次元バーコード等 の有効な置き換えについて検討する．

2. 研究の方法

ひとつの例としてサンワサプライ社製の Beacon を用い，病院や美術館などの施設で位置情報をユーザーに知らせるシステムを作製する．今回用いる Beacon とは Beacon 内に書き込まれた URL を BLE で送信するデバイスで，ボタン電池ひとつで約 2 年稼働する． 本研究では Google 社が発表した BLEBeacon 向けの規格 Eddystone を使用する．図 1 のように Beacon から送信された URL を Google 社製のブラウザ Chrome をインストールしたタブレットなどのデバイスで受信する．タブレットを無線 LAN に接続し，受信した URL をタップすることでブラウザからウェブページにアクセスし現在地がマークされた案内図を閲覧することができ，Beacon を複数の箇所に設置することでそれぞれの場所で位置情報を知らせることができる．今回はインタラクティブな展示物を接続する一例として LED を接続した．実際に作製したシステムが図 2 である．

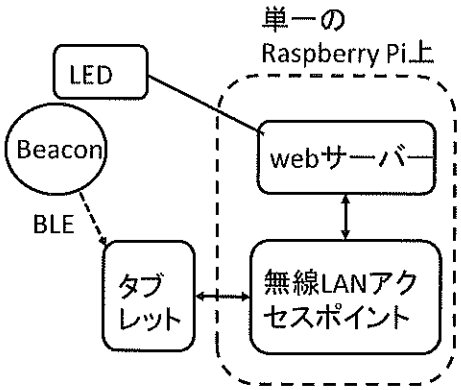


図 1 Beacon を用いたシステムの構成

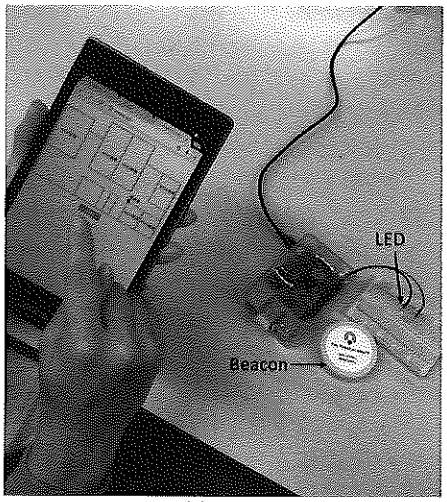


図 2 作製したシステム

3. システムの作製

3.1 サンワサプライ社製 Beacon の特徴

今回用いる Beacon の大きさは直径 50×17mm の小型のデバイスで，送信できる情報が URL のみであり，双方向の通信はできない．送信間隔は 500ms で通信距離が 1m(出力-30dBm)，2m(-20dBm)，3m(-16dBm)，5m(-12dBm)，30m(-8dBm)，100m(4dBm)の 6 段階で設定が行える．周囲の電波環境によって通信範囲は変わるので環境に応じた設定が必要である．

3.2 無線 LAN アクセスポイントの作製

Eddystone の規格では，送信できるパケット数の上限が 17 バイトと規定されているので，短縮 URL を使用するか，自前の局所的な DNS サーバーにより名前解決を行う必要がある．本研究では，病院や美術館などの施設での使用を想定しているため，セキュリティ面を考えウェブページをインターネット上に公開しない．そのためボードコンピュータに無線 LAN アクセスポイントと DNS サーバーを構築する方法を採用した．ボードコンピュータ

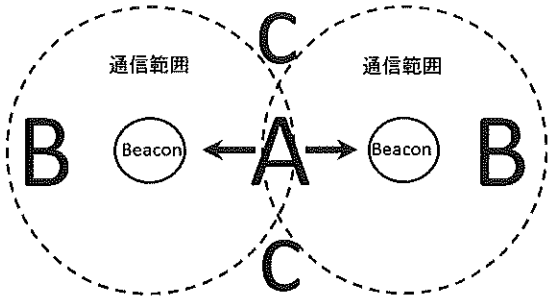


図 3　検証方法

は，消費電力が低い Raspberry Pi を使用し，OS は Linux 系の Raspbian を使用した．ウェブページをインターネット上に公開しないため，ローカルネットワーク向けで軽量な DNS サーバーである Dnsmasq を使用した．また，Dnsmasq は DHCP サーバーとしての役割も兼ねている．そして無線 LAN アクセスポイント機能を加えるために hostapd を使用し構築した．

3.3.　web サーバー

web サーバーには，消費電力が低い点や，インタラクティブな展示物をサーバーに接続する可能性があることを考慮にいれ DNS サーバーや DHCP サーバーとして用いている Raspberry Pi（LED 等を接続可能な GPIO 端子付き）上に構築した．また，Raspberry Pi を用いた web サーバーにおいてブラウザからの GPIO 操作を可能にする，WebIOPi を用いた．

4.　受信状況の検証

場所は研究室で行い，URL が書き込まれた 2 つの Beacon の通信距離を 1m に設定し，通信範囲が重ならないように 2 つの Beacon の距離が 2m になるように設置した．タブレットを使用して図 3 の A 地点と B 地点で複数回 URL の受信状況の検証を行った．図 3 の B の位置ではそれぞれ最も近い Beacon から送信された URL のみを受信したが，A の位置では，URL を 2 つとも受信することが多かった．

5.　今後の課題

今回作製したシステムには，大きく分けて 2 つの課題がある．1 つ目は，周囲に複数の Beacon を設置した際に，どの Beacon からの URL を受信したのかを判断できない点である．Beacon の位置を離すことで通信範囲が重ならくなり URL を 2 つ受信することはなくなるが，図 3 の C 付近では URL の受信ができなくなる．この課題を解決する方法として図 4 のように Beacon の脇に LED 設置し，ユーザーがブラウザからボタンをタップすることで LED を点滅させ判断を可能とする方法が考えら

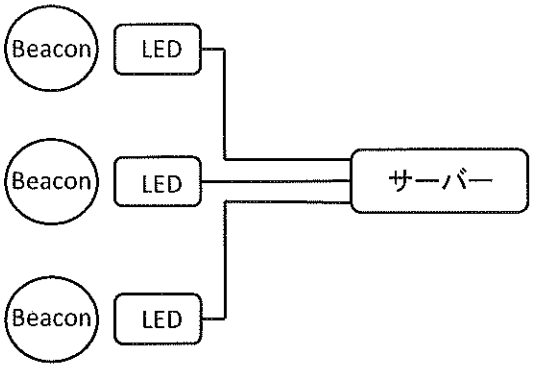


図 4　LED を設置した構成図

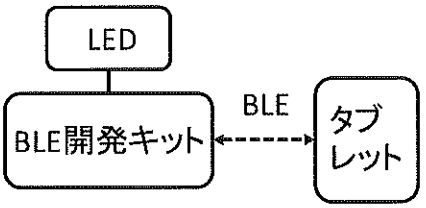


図 5　BLE 開発キットを用いたシステムの構成

れる．しかし，病院や美術館などの大型施設では，随所に配置された Beacon の各々の脇に，サーバーとの結線を要する LED を配置する必要が生じる．よってこの方法による Beacon の識別は，現実的ではない．2 つ目の課題は，無線 LAN を使用する点である．インターネット上にウェブページを公開していないため，ユーザーは，毎回ローカルな無線 LAN に接続する必要があるため，負担となる．また病院で使用する場合，医療機器への影響の可能性があるため電波の強い無線 LAN は使用できない．そこでこれらの課題を解決する方法として，Cypress 社製 BLE 開発キット（CY8CKIT-042-BLE）を用いる方法を考えている．BLE 開発キットを用いた場合，受信機（タブレット）用に専用のアプリケーションを作製し，ユーザーにインストールしてもらう必要があるが，URL 以外の情報を送信することが可能で，双方向の通信も可能である．図 5 のように BLE のみで完結することができるので，無線 LAN に接続する必要がないためユーザーの負担を軽減し，小出力であるため病院でも使用できる．また双方向の通信が可能であるので，タブレットからの操作で，個々の BLE 開発キットに接続された LED を点滅させられる．よって LED 接続のための長い配線は不要である．

今後は，BLE 開発キットを用いて，BLE のみで完結したシステムの作製を行っていく．

[連絡先]
安東　共喜（あんどう　ともき）
e-mail：tomoki.ando.7n@stu.hosei.ac.jp

2b1-3

設置が容易な高感度センサを用いたベッド上のヒトの状態の確認

町田 瑛巨
法政大学 理工学部

Check human existence using easy to install acceleration sensor.

Eigo Machida
Faculty of Science and Engineering, Hosei University

1. 研究の目的とその意義

近年，病院等で患者の転倒・転落予防のために様々な離床センサが使用されている．しかし，設置の難しさなどの多くの問題がある．そこで，本研究ではベッド上のヒトの拍動等を検出することのできる，安価で設置が容易な高感度加速度センサを用いて，ベッド上のヒトの状態を確認可能とすることを目標とする．

2.研究の背景

従来の加速度センサは基本的に共振周波数を持っている．共振周波数は測定したい周波数とは離れた場所になるように設定している．その方が広い周波数範囲まで測定することができる．しかし，今回の加速度センサはヒトの拍動等のみを検出することを目標としているので，共振点をヒトの拍動等の基本波や高調波の近傍になるような値に設定することによって，ノイズが小さい高感度な加速度センサにすることができる．単振動になるような運動の中で，共振周波数を変えることができるものとして，振り子運動とばね運動の 2 つ考えた．今回はこの 2 つの運動を使った加速度センサを製作する．

3.振り子運動によって検出する方法

振り子運動によって検出する方法として図 1 のよう球殻の一部の上に球を置いた装置を考えた．この装置に加えられた加速度により金属球に生じる運動を検出するものである．この運動は図 1 のように単振り子のような運動をする．振り子でいう腕の長さを l，金属球の半径を r，重力加速度を g と置き，l が r より十分小さく，また金属球が一様であり，振り子でいう振り角が十分に小さいと仮定した場合の共振角周波数は

$$\omega = \sqrt{\frac{5}{7}}\sqrt{\frac{g}{l}}(\mathrm{rad/sec.})$$

となる．このことから l の値を調節することによって，この運動の共振周波数を変えることができる．この加速度センサにおける l は，金属球を置いている球殻の一部の曲率半径に依存している.球殻の一部の曲率半径を変えることによって共振周波数を変えることができる．この金属球の運動を検出する方法として,コイルに発生する渦電流損を用いる近接センサを使用する．



図 1 単振り子による検出方法

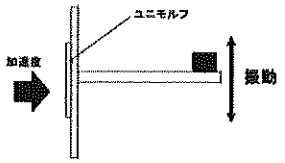


図 2 ユニモルフによる検出方法

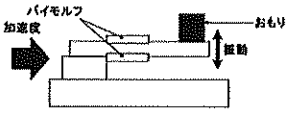


図 3 バイモルフによる検出方法

4.ばねの運動によって検出する方法

4.1 共振周波数を簡単に変化できるばね運動

ばねの運動の種類の中で，共振周波数を変えることのできるものとして，片持ばねの運動を考えた．片持ばねの共振周波数は支点からおもりまでの距離とおもりの質量によって変えることができる．片持ばねの振動を検出する方法として圧電素子を用いた 2 つの検出方法を考えた.

4.2 ユニモルフを用いた検出方法

片持ばねの振動を検出する 1 つ目の方法として図 2 のようにユニモルフに棒を取り付け，その先端におもり着け，棒が床に対して平行になるように設置する装置を考えた．この装置に加えられた加速度によって，生じる棒の振動を根元に貼ってあるユニモルフで電圧に変換して，この装置に加えられた加速度を検出する．実際に質量 20g のおもりを支点から 17cm の距離のところに取り付けたときの共振周波数は約 14Hz であった.

4.3 バイモルフを用いた検出方法

2 つ目の方法として図 3 のように板にバイモルフを張り，その先端におもりを乗せた装置を考えた.この装置に加えられた加速度によって生じる板の振動をバイモルフで電圧に変換させて検出するもので

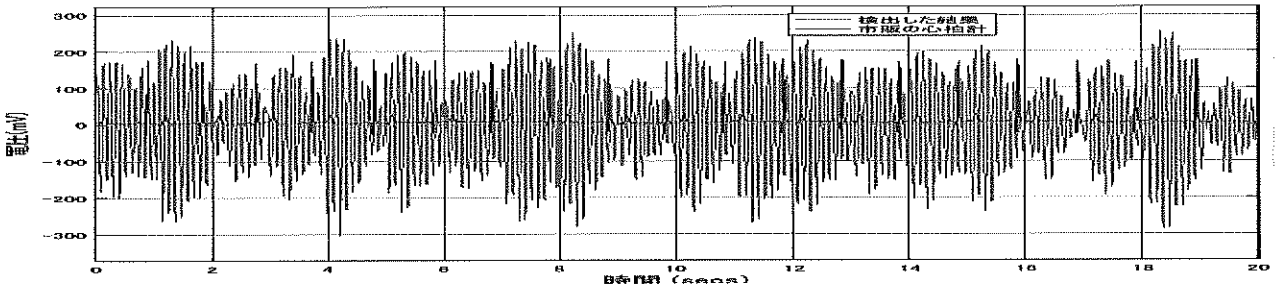


図 4 検出した信号と心電図の比較



図 5 復調した信号と心電図の比較

ある．実際に質量 170g のおもりを支点から 8cm の距離のところに取り付けたときの共振
周波数は約 10Hz であった．

5.実験の方法

今回考案した三種類の加速度センサーの中で，有効な可能性が最も高いものはバイモルフを用いた加速度センサーであった．今回はバイモルフを用いた加速度センサーについて，拍動検出の可否を調べる．確認方法としてはヒトに机の上で寝てもらい，バイモルフを用いた加速度センサーを机の上に置くことによって信号を検出し，一方で同時に心電図を測定する．考案した加速度センサーの出力と心電図を比較し，両者の周期が類似してるか否かを確認する．また，加速度センサーの設置方向が出力に与える影響について調べる．

6.結果

様々な向きについて試した結果,バイモルフが貼られている板の長辺がヒトに対して平行になるように設置した時に，心電図の周期に類似した周期の信号を検出することができた．バイモルフを用いた加速度センサーで検出した信号と心電図を比べたものを図 4 に示す．図 4 の結果では，心電図から得られた拍動の周期に類似した周期で振幅が変化しているような信号を検出しているように見える．バイモルフを用いた加速度センサーによって得られた信号を，センサーの共振周波数（約 10Hz）を搬送波の周波数とする振幅変調とみなして復調した結果と，心電図を比べたものを図 5 に示す．具体的な復調の方法としては，バイモルフを用いた加速度センサーによって得られた信号に乗っているノイズを取り除くために，センサーの共振周波数である 10Hz 前後を通過帯域とするバンドパスフィルターで濾波する．濾波した信号を復調するために，絶対値を求めた上で，遮断周波数 7Hz（拍動の低次高調波程度）のローパスフィルターで濾波する．図 5 の結果から，復調した信号と心電図の周期は類似していることが分かった．

7.考察

三種類の加速度センサーの中で，拍動検出の可能性が一番高いバイモルフを用いた加速度センサーだが，サイズが大きいという問題がある．現在の加速度センサーと同じ共振周波数のままでサイズを小さくする場合，剛性が低く短い板バネに質量の小さいおもりを取り付けたものにする必要がある．加速度センサーに加えられる加速度が一定だと仮定した場合，センサーが受け取るパワーは質量によって変化するので，質量を小さくするとパワーが小さくなってしまう．パワーの減少に伴いセンサーの出力電圧も減少し，それを補うべく増幅回路等を附加する必要がある．振り子運動によって検出する加速度センサーの場合でも，球を大きくすることで，球が受け取るパワーは増すが，転がり抵抗で消費されるパワーも増すと思われ，球の最適な質量についての検討が必要である．

8.今後の課題

加速度センサーの縮小化について検討していく必要がある．机の上だけでなくベッドの上での検出可否についても調べる必要がる．

[連絡先]
町田 瑛巨
e-mail : eigo.machida.4f@stu.hosei.ac.jp

2b1-4

ビニール袋の取り出しやすさ向上に関する研究

―引き出し力の低減―

○小出瑞季*，小田切晃人**，上西園武良*
*新潟国際情報大学，**（株）太幸

Study on improvement the usability of plastic bags distributor

―Reduction of drawing force―

Mizuki KOIDE*, Akito ODAGIRI**, Takeyoshi KAMINISHIZONO*
*Niigata University of International and Information Studies, ** Taiko Corporation

1. はじめに

サッカー台用ロール器具とは、スーパーなどにあるロール状のビニール袋を供給する器具である．この器具でビニール袋を取り出す際に取り出しにくい場合がある．

ビニール袋の取り出しやすさの評価は，「つまむ」，「引き出す」，「切り取る」という 3 つの動作の評価によって構成される．不適切な位置でビニール袋を切断された場合，つまみ部が短くなり次の切断時に取り出しにくい場合がある．そこで田中[1]は「つまむ」という動作に着目し，着色により切断部を意識させ，取り出しやすさを向上させている．

しかし，市場には種々のロールが流通しているので，重量が重いものが存在する．この場合，より強い力でビニール袋を引く必要があり改善の余地が残されている．

そこで本研究では「引き出す」という動作に着目し，引き出し力の低減による取り出しやすさの向上を目指した．

2. 引き出し力の目標設定のための予備実験

ビニール袋の引き出し力低減のための目標値を設定することが目的である．

2.1 使用器具

本実験には図 1 のサッカー台用ロール器具を使用した．ロール状ビニール袋は，ゆっくりと水平に引き出した時の引き出し力が，100gf 刻みで 200gf から 600gf になるように重量を調節したものを用意した．引き出し力の計測は図 2 のように，フォースゲージを使用し，力が偏ることがないようにクリップ付ハンガーを用いた．

2.2 被験者

被験者は新潟国際情報大学の女子学生 10 名である．誰でも軽い力で引き出せるという目的を考慮し，一般的に男性よりも筋力の小さい女性を被験者に選んだ．

2.3 実験手順

被験者にそれぞれの引き出し力でビニール袋を引き出してもらった．その後「重い」「どちらでもない」「軽い」の 3 段階で評価してもらった．

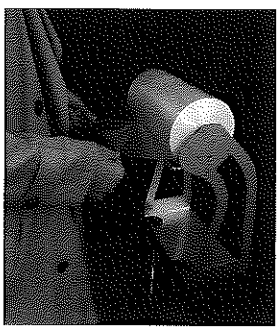


図 1　ロール器具



図 2　引き出し力計測

2.4 実験結果

実験結果を表 1 に示す．この表から，「重い」という評価がなくなった 500gf 以下を引き出し力の目標値とする．

3. 引き出し力

3.1 引き出し力の発生要因

引き出し力の発生要因は「ロールと器具の間の摩擦力」と「ユーザーの引き出し動作による回転加速力」の 2 つの力である．摩擦力は器具の構造と素材によって決定され，ユーザーの引き出し動作には依存しない．一方，回転加速力はユーザーの引き出し動作によって変化する．このため，本研究では，第一段階として，引き出し力の共通要素である摩擦力に着目し，これの低減を目指す．

摩擦力は 2 つの部分で発生している．1 つ目は図 3 の「ロール」と「(器具側の) ロール接触部位」との間，2 つ目は図 4 の「回転軸」と「レール」の間である．前者をロール摺動部、後者を回転軸摺動部と呼ぶ．摩擦力を決めているのは摩擦係数，レールの角度($\boldsymbol{\theta}$)，ロールと軸の重量（$\boldsymbol{mg}$）である．これを数式で表すとロール摺動部及び回転軸摺動部に生じる摩擦力は $\boldsymbol{F_1 = \mu_1 mg sin\theta}$，$\boldsymbol{F_2 = \mu_2 mg cos\theta}$ となる．ただし，$\boldsymbol{\mu_1}$：ロール摺動部の摩擦係数，$\boldsymbol{\mu_2}$：回転軸摺動部の摩擦係数である．

3.2 改良案

上記の 3.1 を踏まえ改良案を抽出した．まず摩擦係数低減の改良は，各摩擦部（ロール摺動部および回転軸摺動部）にテフロンテープを貼ること

表 1　引き出し力の評価結果

被験者＼引き出し力	200gf	300gf	400gf	500gf	600gf
A	○	○	△	△	×
B	○	○	○	△	×
C	○	○	○	△	×
D	○	○	○	△	×
E	○	○	○	△	×
F	○	○	○	○	×
G	○	○	△	△	△
H	○	○	○	△	△
I	○	○	○	○	△
J	○	○	○	○	△

○：軽い，△：どちらでもない，×：重い

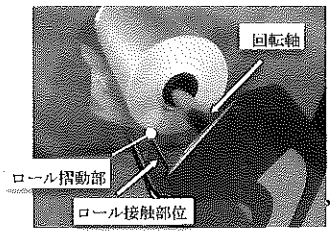


図 3　ロール摺動部

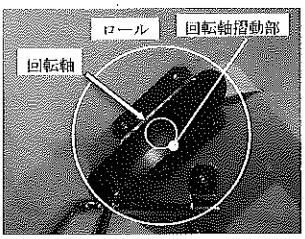


図 4　回転軸摺動部

で行った．これとは別に，レールの角度を小さくすることで摩擦力を低減する改良も行った．

4. 有効性確認のための実験

3.2 で抽出した改良案の有効性を確認することが目的である．

4.1 測定方法と使用器具

改良したロール器具をそれぞれ 5 回ずつ水平方向にゆっくりと引き出し計測した．使用器具は引き出し目標設定のための予備実験で使用したものに加え，ロール器具全体を傾ける台を使用した．

4.2 実験結果

(1)摩擦係数低減の効果

実験結果を図 5 に示す．この結果より，現状品の引き出し力が 699gf であることがわかる．これは目標である 500gf を約 200gf 超過している．ロール摺動部の摩擦低減を実施すると 352gf（△247gf），回転軸摺動部の摩擦低減では 697gf（△2gf）という結果になった．従ってロール摺動部の摩擦低減は有効である．

(2)レール角度変更の効果

図 6 にこの結果を示す．レールの角度が緩やかになるにつれ引き出し力も低下する．レール角度を 30°以下にすると，引き出し力は目標である 500gf 以下になった．

5. 課題

本研究では回転加速力がほとんど生じないように非常にゆっくり引き出した．しかし，実際には

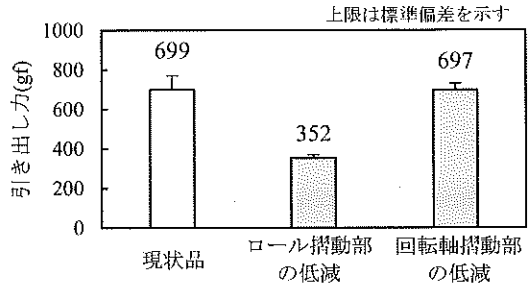


図 5　摩擦係数低減結果

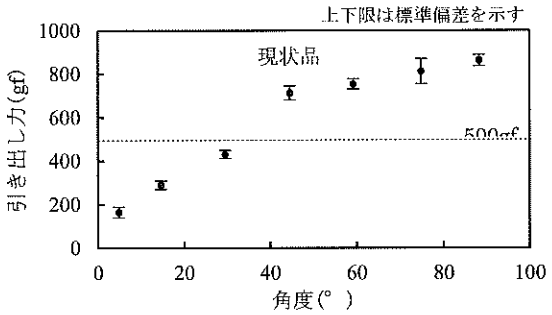


図 6　荷重低減結果

素早く引き出すユーザーもいるため回転加速力が加わり引き出し力が大きくなる．そこで，ユーザーが実際に引き出す場合の引き出し力を測定する必要がある．これに応じた測定方法を考案し，この測定結果に基づき引き出し力の最適化を検討する必要がある．

6. まとめ

本研究で用いたロール器具においては，引き出し力は 699gf であり，引き出しやすいと評価される力（500gf 以下）を 200gf 超えていた．

ロール摺動部の低摩擦化により引き出し力を 352gf に低減することができた．レール角度を 30°以下にする変更により引き出し力を 500gf 以下に減らすことができた．

ロール摺動部の摩擦係数低減と荷重低減は有効な改良案であるが，実用上どちらを使用するかについては，コスト・器具の安定性を考慮し決定する必要がある．

7. 参考文献

1)田中優美・上西園武良：ビニール袋の取り出し易さ向上に関する研究，日本人間工学会東海支部 2015 年研究大会論文集，p34-p35, 2015.

[連絡先]
上西園　武良，e-mail：tkami@nuis.ac.jp

2c1-1

顔表情変化を用いた個人識別手法

○松村正太郎*，上岡英史**
*芝浦工業大学工学部通信工学科

Individual Identification using Facial Expression Change

Shotaro Matsumura*, Eiji kamioka**
*Department of Communications Engineering, **Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

生体認証は大きく分けて，指紋や虹彩など不変的な身体的特徴を用いる方式[1]と，空中に文字を描くなど行動的特徴を用いる方式[2]がある．どちらもそれぞれの特徴をパスワードとして利用される．前者は認証精度が高く，広く利用されているが，その認証情報は不変であるが故，パスワードの変更ができないという問題がある．一方，後者は行動を変えることでパスワードの変更が可能であるが，認証精度が低い，認証時に煩雑な動作や広い空間が要求されるなどの問題がある．

本研究では，上述の身体的特徴及び行動的特徴の問題点を解決すべく，ひとの顔の表情変化に着目した個人識別手法を提案し，その有効性を議論する．

2. 顔表情変化による個人識別

ひとの顔には多くの特徴が存在するが，本研究では簡単に取得できる特徴点として，両目，鼻，そして，唇の両端という 5 つの位置情報に着目する．これらの位置情報だけで個人識別を行うのは難しいが，異なる顔の表情におけるこれらの位置情報の変化は固有の特徴量になり得ると仮説を立てた．具体的には，真顔におけるこれら 5 つの位置情報と，笑顔における対応する 5 つの位置情報を用いた個人識別手法を提案する．個人識別機として数種類の機械学習を用い，識別制度を比較する．

3. 性能評価実験

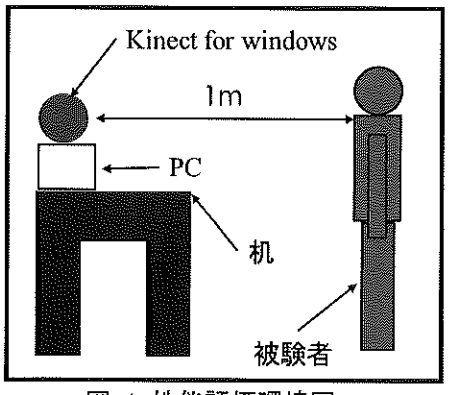


図 1 性能評価環境図

本提案方式の有効性を検証するため，性能評価実験を行った．被験者は本学学生 30 名で，真顔と笑顔を 2 秒ずつ交互に変化させてもらい，計 50 秒間の測定を行った．その際，顔の両目，鼻，唇の両端の計 5 箇所の座標を Kinect for Windows を用いて取得した．図 1 に本実験環境を示す．Kinect for Windows と被験者の距離は 1m とした．

真顔 2 秒と，笑顔 2 秒の計 4 秒分の座標データを一つのデータセットとし，これを 20 セット用意した．データセットに用いる座標は，鼻を原点とする相対座標とした．したがって，真顔，笑顔ともに両目，唇の両端という 4 座標を特徴量として用いた（図 2，図 3）．座標は二次元座標(x, y)なので，1 データセット当たり 16 の特徴量が存在する．これが 1 人あたり 20 セット，30 人分で計 600 のデータセットを用意した．

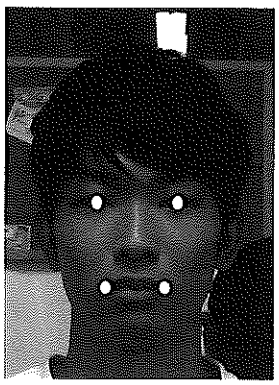


図 2 真顔時の座標

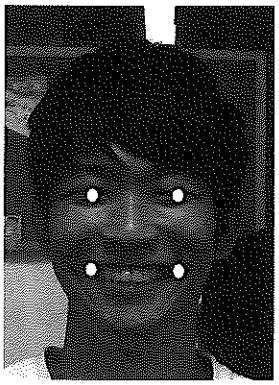


図 3 笑顔時の座標

個人識別を行うにあたり，ワイカト大学が考案したデータマイニングソフト Weka[3]を使用し，決定木(J48)，SVM(サポートベクターマシン)，MLP(多層パーセプトロン)の 3 種のアルゴリズムを適用した．

Weka の設定として 3 種全てのアルゴリズムに対し，テストサンプル法と呼ばれる学習データとテストデータをパーセンテージで分割する手法を適用する．分割の割合は学習データを 66%，テストデータを 34%とする．

4. 性能評価実験結果

表 1 に決定木，SVM，及び，MLP の識別精度を示す．MLP を用いた場合，3 種全ての識別器の中で 93.13%と最も識別精度が高くなった．

表 1

識別器	決定木	SVM	MLP
識別精度	70.10%	36.28%	93.13%

評価指標として，認証研究で一般的に用いられている他人受入率 FAR(False Acceptance Rate,

以下 FAR)，および，本人拒否率(False Rejection Rate 以下 FRR)を使用した．決定木，SVM，MLP を適用した場合の評価実験結果を図 4，図 5，および，図 6 に示す．縦軸はエラー率(0～1 の範囲)を表し，横軸は閾値を表す．閾値は Weka の出力結果値を用いた．出力結果値は 0～1 の範囲で得られ，0 に近いほど分類の精度が低く，1 に近いほど分類の精度が高いことを示す．この出力値を 0.05 刻みで変化させることで，各閾値における FAR と FRR のエラー率を取得した．

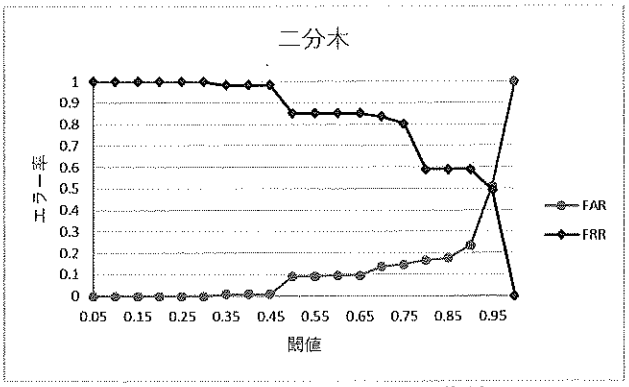


図 4 決定木の FAR-FRR 曲線

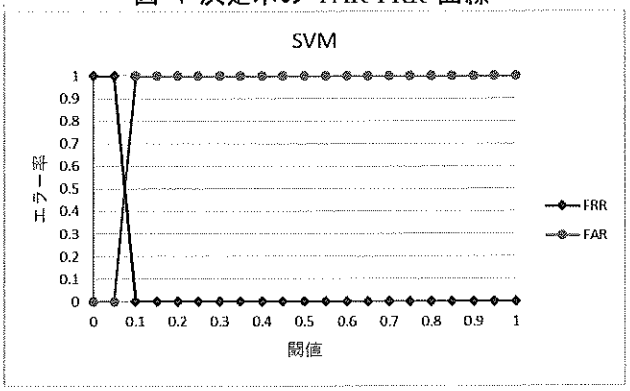


図 5 SVM の FAR-FRR 曲線

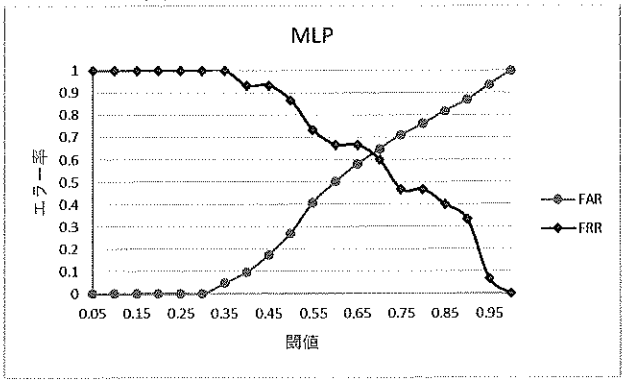


図 6 MLP の FAR-FRR 曲線

5. 考察

EER に関しては決定木，SVM，MLP の 3 種全ての識別器において差異はあまり見られなかった．
FAR，FRR それぞれを単体で見た場合，FAR では閾値を低く設定することでエラー率が 0 に近くなり，FRR では閾値を高くすることで FAR 同様にエラー率が 0 に近くなる．このことから，本提案は 2 段階識別システムとして用いた場合，有効性が高いといえる．すなわち，第 1 段階では用いる識別器は決定木，SVM，MLP のいずれを用いた場合でも EER の精度に差異はないため，全ての識別器を用いることが可能であり，閾値を低く設定し，他人受入率を低くすることでデータベースに登録されていないユーザを排除する．その上で，第 2 段階では最も識別精度が高い MLP を用いることで本人拒否率を低くしつつ，閾値を高く設定し，データベースに登録されているユーザ間で個人識別を行う．

6. 今後の課題

本研究では，行動的特徴である顔の表情変化に着目し，それを特徴量として用いる新しい個人識別手法について検討した．性能評価実験の結果，既存研究と遜色のない精度は確認することができた．また，ユーザ数としては小規模な組織で 2 段階識別システムとして用いた場合，本提案方式の有効性が高いということが明らかになった．今後は，閾値などの再検討を行い，EER の精度向上に努める．

参考文献

1） 高橋 雄介，吉田 孝博，半谷 精一郎，“カメラ画像に指紋認証手法の開発と相互運用性の検討，” 電子情報通信学会技術研究報告，BioX，バイオメトリクス，114(251)，pp.17-237，2014.
2） 山本 健太郎，上岡 英史，“利便性志向型ハイブリッド空中署名認識方式，” 電子情報通信学会技術研究報告，MoNA，113(495)，pp.237-242，2014.
3） Weka-3-8-0 for Windows x64，from http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/downloa ding.html

[連絡先]
松村 正太郎
芝浦工業大学工学部通信工学科
モバイルマルチメディア通信研究室〒135-8548
東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail : af13087@shibaura-it.ac.jp

2c1-2

ASMR 音を用いた作業効率改善

—音の主観的快評価と人生経験の関連性— ○秦旺芳*，上岡英史*

*芝浦工業大学工学部通信工学科

Improvement of Working Efficiency using Autonomous Sensory Meridian Response Sound

-Relevance between Subjective Comfort Assessment of Sound and Life Experience- Akifusa Hata*, Eiji Kamioka*

*Department of Communications Engineering, Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

インターネットの普及により,YouTube などの動画投稿サイトで ASMR 音源と呼ばれるものが多く投稿されるようになった．そもそも ASMR とは，海外で生まれた Autonomous Sensory Meridian Response[1]という造語の略であり,正式な日本語訳は現状存在していない．基本的には脳に快感を与え心地良くさせる現象のこととされている． ASMR のトリガには焚火の音，人間の咀嚼音，野菜を切る音，メカニカルキーボードのタイピング音，彫刻の音，耳掃除音，筆記音など，人間が日常生活中に聞く様々な音がある．これらの音にはリラックス効果や集中力向上効果があると言われているが，ASMR のトリガには個人差があるため，その効果を実証することが難しく，未だ科学的な解明がなされていない．

一般的に，人間は無音環境下では周囲の些細な環境の変化が気になって作業に集中できず，また，騒音や話し声などの音に意識が向かってしまう環境下でもやはり集中できないとされている．そこで，本研究では，ASMR 音源を聞くことによって作業に対する集中力が向上するのではないかと考えた．しかし，上述の通り ASMR のトリガには個人差があるため，まず，人間が心地良さを感じるトリガを明確にする必要がある．

先行研究において，人間はよく知っている音ほど，それを心地良く感じるという結果 [2]が報告されている．また，人間は長く住んでいる地域の音環境に対しては慣れを感じ，その地域特有の音環境を他地域に住む人間に比べて心地良く感じるといった研究報告 [3]もなされている．これらの結果から，個人の生活環境，趣味，嗜好といった過去の人生経験が ASMR のトリガになりやすいのではないかと考えた．

本研究では，この ASMR のトリガが人生経験に関連するという仮説を実験によって検証し，次に ASMR 音刺激により作業効率が改善されるかどうかの検証を行う．この 2 種の検証実験を通して，最終的に ASMR 音を用いて作業効率を改善することを目的とする．

2. 検証実験

2.1.実験概要

ASMR のトリガとなる可能性のある音源は，基本的に個人にとって心地良いと感じられる音，つまり快音である．本実験では，人間が快音と不快音を判別する基準は過去の人生経験にあるという仮説を検証する． 本研究では，最終的には作業効率の改善を目指す．今回の検証実験においても被験者に様々な音環境下で作業をさせ，作業効率にどのような影響があるか調査する．したがって，被験者には実験後に ASMR 音を聞いた際，どのように感じたかを主観的に 5 段階で評価してもらい，その主観的快評価と作業結果との整合性を検証する．全く頭を使わない作業はどのような音環境下であってもその影響を受けないと考え，被験者が頭を使うことになるよう，連立方程式のような中学生レベルの計算問題を作成した．また，被験者が作業に集中するまでにはある程度の時間が必要だと考え，作業時間を 3 分間とした．

2.2.実験内容

音環境の違いが被験者の人生経験によってどのような影響を与えるかを検証するので，被験者がこれまでの人生で最も長く生活してきた出身地域による差が出るような音環境を選定する必要がある．そこで，本実験では音環境として無音，人工音，自然音の 3 種類の環境を用意した．無音には無響室のような全く音の気配を感じない完全な無音状況と，図書館のような，意識的に音を聴くことがない状況の 2 種類が存在する．しかし，今回は全くの無音状況を人間がどう感じるか調査するため，無音環境としては前者を採用し，無音環境に近付けるため被験者にノイズキャンセリングヘッドフォンを装着させることにした．また，人工音には都市の雑踏音と，車の走行音を合成したものを採用し，自然音にはコオロギの鳴き声を採用した．なお，人工音と自然音は被験者の後方からスピーカーを用いて聞かせた．

これら 3 種類の音環境下で，3 分間では解き終らないように用意した 33 問の計算問題を 15 名の被験者に解いてもらい，最後に各環境を主観的に評価してもらった．本実験では便宜上，人工物が多い地域に住んでいた人を都会出身，自然が多い地域に住んでいた人を田舎出身と区別した．この際，被験者 15 名のうち都会出身者は 8 名，田舎出身者は 7 名であった．

2.3.検証実験結果

図 1～図 3 は検証実験結果を示し，縦軸，横軸はそれぞれ聞かせた音に対する被験者の快評価を示しており，評価値が 4 に近い程被験者が聞いた音を心地よく感じていることを意味する． 図 1，図 2 より，田舎出身の被験者は人工音に慣れていないた

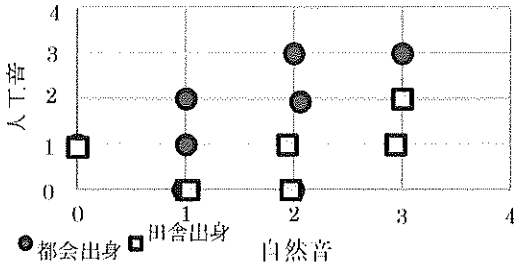


図 1 出身地域と快評価の関係

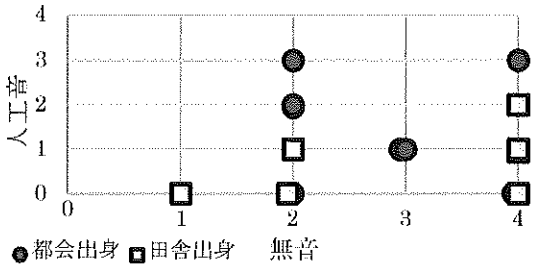


図 2 人工音の有無と快評価の関係

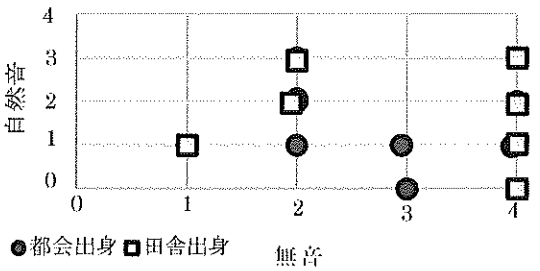


図 3 自然音の有無と快評価の関係

め，基本的に人工音を不快に感じていることが分かる．また，図 3 より，無音に対する快評価が高いことから，人工音のような騒音を好まず，静寂を好む傾向にあることが読み取れる．次に，都会出身の被験者だが，図 1 と図 3 より，自然音や人工音といった音刺激自体には慣れているものの，比較的あまり聴き慣れていない自然音は好まないという結果が出た．しかし，その他の分類として出身地域に関わらず，音刺激自体を好まない被験者がいることが図 1 よりわかる．

このように，音の快評価については出身地域によって特徴がでる結果となったが，実際の計算問題を解くという作業の正答数に関しては，どの音環境下においても特徴的な変化を見ることができなかった．よって，この実験では最終目標となる音刺激による作業効率の向上は見込めなかった．

3. 考察

本検証実験では，出身地域差が各音環境に対する被験者の主観的快評価に与える影響を明らかにすることができた．田舎出身者が人工音に慣れず騒音を好まないこと，都会出身者が音刺激自体に慣れており不快に感じ難いことがわかる．すなわち，ASMR のトリガには過去の人生経験が関連することを示すことができた．しかし，出身地域，つまり過去の人生経験による集中力への影響は明らかにすることができなかった．これは，①複数回計算問題を解くことによる計算に対する被験者の慣れ，②バイノーラル録音で収録されることの多い ASMR 音源をスピーカーで聞いたために音刺激が正しく脳に伝わらなかったこと，③そもそも被験者にとっては ASMR を引き起こす程の音源ではなかったこと，が原因だと考える．よって， ASMR 音源による集中力向上のためには被験者の人生経験について深掘りし，被験者にとって理想的な音源を用意し，音の正しい再生環境下で作業
させることが必要である．

4. 今後の課題

今回の実験では ASMR 音源による作業効率の向上を見込めなかった．このことから，作業効率向上には被験者の人生経験に合った最適な音源を使用する必要があり，更に言えば万人に共通するような音源を用意できることが理想である．また，本実験では計算問題を 3 分間という制限付きで解かせたものの，基本的に人間が作業を行う際は作業完了まで行うため，時間制限を設けるべきではないと考えられるので，そういった作業課題内容の再構成もしていきたい．

参考文献

1) Rob Gallagher, "'ASMR' Culture and the Reading of the Black Boxed Self".
2) 島井哲志，田中正敏，"環境音の快-不快評価と音圧の関係，" 日本音響学会誌，49 巻，4 号，pp.243-252, 1993.
3) 松本じゅん子，多賀谷昭，野坂俊弥，北山秋雄，"地域の音に対する印象評価-文化と慣れの影響-，" 長野県看護大学紀要，14，pp.51-59，2012.

[連絡先]
秦 旺芳
芝浦工業大学工学部通信工学科
モバイルマルチメディア通信研究室〒135-8548
東京都江東区豊洲 3-7-5 e-mail：
af13070@shibaura-it.ac.jp

2c1-3

自伝的記憶想起による騒音環境の心理的改善

○新坂篤史*，上岡英史*
*芝浦工業大学工学部通信工学科

Improvement of Loud Environment by Recalling Autobiographical Memory

Atsushi Niisaka*, Eiji Kamioka*
*Department of Communications Engineering, Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

工場及び事業場における活動，並びに，建設工事に伴って発生する相当範囲にわたる騒音は，騒音規制法 [1]によって規制されている．騒音は人々の健康を害するリスクが高いため，その対策が求められている．遮音性能の高い壁の設置や，騒音とは異なる音の発生により，騒音を遮断することは可能である．しかしながら，それらのコストを考慮すると一般家庭への導入は難しい．

先行研究 [2]では，騒音環境下のデスクワーク時に森林画を提示することで，不快感の軽減が可能であると述べている．しかし，日常生活においてコンピュータディスプレイなど視覚情報を常に表示する環境を維持するのは現実的ではない．

本研究では，騒音を意識の中心から逸らすことで騒音による不快感を軽減できないかと考えた．具体的には，騒音環境下において人々が自然に得ることができる聴覚刺激や嗅覚刺激を与え，それによって騒音環境を別の快環境と感じさせる手法を議論する．

2. 提案手法

マークワイザーが提唱するカームテクノロジー[3]では，知覚し得る情報は常に意識の中に存在するが，注目している情報のみが意識の中心に存在し，それ以外の情報は意識の周辺に存在し続ける．すなわち，快情報を意識の中心に移動することにより，不快情報は自然に意識の周辺に移動すると考えることができる．本研究では，騒音という聴覚刺激の周波数特性を元に，それから想起される快環境を仮定する．そして，その快環境に存在する他の聴覚刺激および嗅覚刺激を与えることで，想起される快環境を意識の中心に移動させ，不快感
を軽減させるという手法を提案する．

3. 評価検証

騒音音源として子供の遊び声，幹線道路周辺音，エアコン室外機音，工事現場音の 4 種類を用意する．

付加する聴覚刺激は，騒音と同時に聞くことで快環境を想起させるものを選定する．ここではそれを“対応音”とよぶ．このとき，騒音と対応音を合成した音の周波数スペクトルが，快環境で得られる環境音の周波数スペクトルと類似したものとなるように対応音を選定する．例として，子供の遊び声という騒音音源に対して，対応音を“東京音頭”としたときの合成音と，祭りという快環境音の周波数スペクトルを図 1 に示す．付加する嗅覚刺激は，騒音と合わせることによって快環境を想起させると考えられるアロマオイルを選定する．対応香は，試香紙にアロマオイルを一滴垂らし，被験者に扇ぎながら嗅いでもらうものとする．

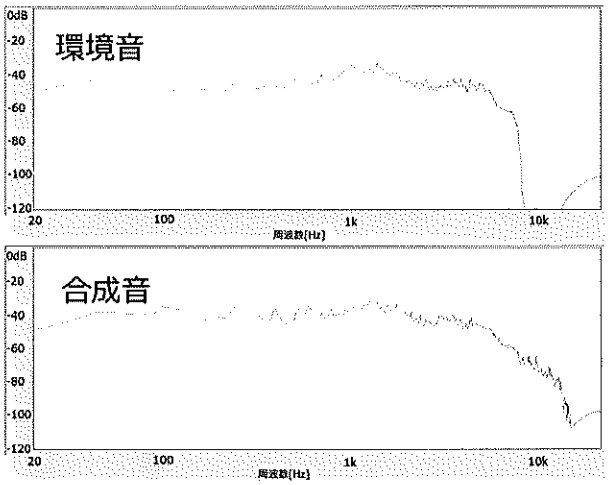


図 1 周波数スペクトルの類似性

以上，検証評価実験で用いる騒音・対応音・対応香を表 1 に示す．

表 1 使用音源・使用香源

騒音音源	対応音	対応香
子供の遊び声	東京音頭	Sweet
幹線道路周辺音	野鳥の声	CYPRESS
エアコン室外機音	海の波	ROSEMARY CINEOL
工事現場音	豪雨	VIRGINIA CEDARWOOD

検証評価実験では，騒音提示，騒音+対応音提示，騒音+対応香提示という 3 つの環境を用意し，被験者には 90 秒間の休憩を挟みながら 60 秒間各環境に滞在してもらう．このセットを表 1 の 4 種類の騒音音源に対して行う．休憩時に STAI[5]Y-1 の質問に対する回答，想起した環境，そして，快・不快の感覚を記載してもらう．STAI-Y1 とは，状態不安 (特定の場面で一過性に感じられる不安)を測定する自己評価尺度である．質問項目は 20 項目で，4 段階から最も当てはまるものを選ぶ．本研究では，集計データを解析し，短期的な不安ポイントの変化から不快感の度合いを評価する．

検証評価実験は，20 代前半の男性 10 名を被験者とし，周りに人がいない静かな個室で椅子に座ってもらって実施した．実験環境を図 2 に示す．個室の中に仕切りを設置し，騒音が発生する部屋の外と，被験者が滞在する部屋の中を再現した．騒音は聴覚正常者の音に対する平均不快レベル [4]を考慮し，スピーカーから 1[m]の位置で音量レベルが 60[dB]となるように調整した．また，対応音はスピーカーから 1[m]の位置で音量レベルが 40[dB] となるように調整した．

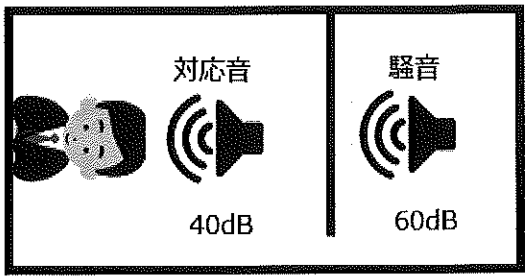


図 2 検証評価実験環境

実験後，用意した 4 つの騒音に対して，それぞれ 3 つの環境における不安ポイントを集計し，平均値を算出した．例として，図 1 および図 2 に，騒音音源として子供の遊び声と幹線道路周辺音を用いた時の実験結果を示す．縦軸は STAI Y-1 の不安ポイントを，横軸は騒音，騒音+対応音，騒音+ 対応香を提示したときの環境を表す．

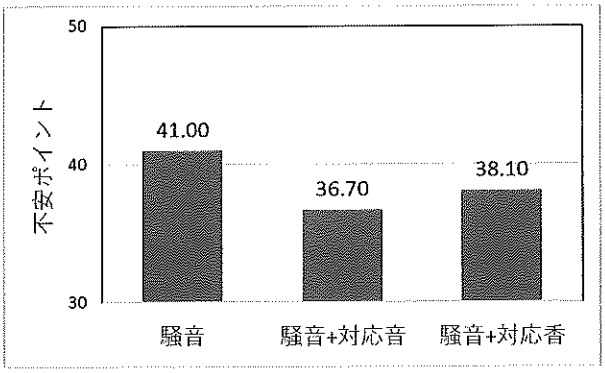


図 3 STAI Y-1(騒音:子供の遊び声)

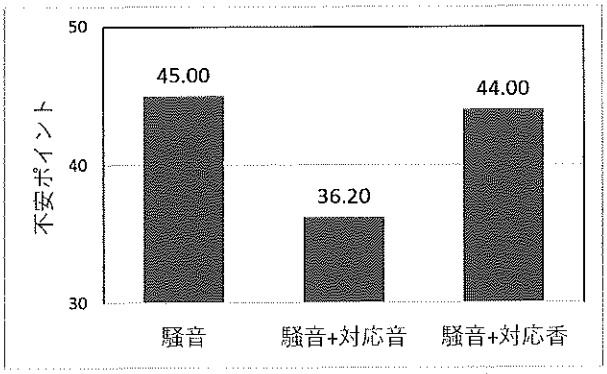


図 4 STAI Y-1(騒音:幹線道路周辺音)

対応音を付加した場合は，4 つの騒音音源に対して平均 8.1%の不安ポイント減少が確認された．特に，騒音音源に幹線道路周辺音を用いた時，不安ポイントは約 20%減少した．

対応香を付加した場合は，騒音音源に子供の遊び声を用いた時，不安ポイントは約 7.0%減少と大きな変化確認することができた．他の騒音音源を用いた時も僅かながらではあるが不安ポイントの減少が確認された．

4. まとめと今後の課題

本稿では，騒音環境下に聴覚刺激および嗅覚刺激を付加し，それによって想起される快環境を意識させることで，騒音に対する不快感を軽減させるという手法を提案した．評価検証実験を通して本提案の有効性を確認したところ，これら二つの刺激はどちらも騒音による不快感を軽減することに効果があることが示された．今後は，あらゆる騒音に対して同様の効果が得られるかを確認するとともに，対応音と対応香の自動選択手法を探求していく．

参考文献

1) 騒音規制法の概要, http://www.env.go.jp/air/noise/low-gaiyo.html (2016/11/09 visited)
2) 高橋えりか, 上岡英史, "不快音環境における作業効率改善のための検討," 電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究会, IIS-14-007, March 17, 2014, pp.31-36.
3) Mark Weiser, John Seely Brown, "The Coming Age of Calm Technology," Beyond Calculation , pp.75-85, Copernicus New York, 1997.
4) 斎藤瑛, "聴覚の不快レベルに関する臨床的研究," 日本耳鼻咽喉科学会会報, Vol.74, No.1, pp.28-46, 1971.
5) 曽我祥子, "STAI (The State-Trait Anxiety Inventory)について," 看護研究アーカイブス, Vol.2, No.0, 2003, pp.155-163, 2003.

[連絡先]
新坂篤史
芝浦工業大学工学部通信工学科
モバイルマルチメディア通信研究室〒135-8548
東京都江東区豊洲 3-7-5
e-mail : af13066@shibaura-it.ac.jp

2c1-4

睡眠時無呼吸症候群の簡易検査に向けた装置開発

ー疑似いびき音の第一フォルマント周波数に血流が与える影響の検討ー

○鈴木優維*，大柴哲郎**，吉澤昌純 **
*都立産業技術高等専門学校 医療福祉工学コース，** 都立産業技術高等専門学校 創造工学専攻

Equipment-development for the simple test of Sleep Apnea Syndrome
-Study for the effects of blood flow on the first formant frequency of Pseudo snoring-

Yui SUZUKI*, Masasumi YOSHIZAWA**,Tetsuro OSHIBA**
*Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology Medical and welfare Engineering course,
**Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology Major in Creative Engineering

1. はじめに

近年、睡眠時無呼吸症候群（SAS：Sleep Apnea Syndrome）が社会問題となっている。この病気に罹患すると睡眠中に呼吸が止まり、その状態が断続的に繰り返すため十分な睡眠が取れない。又、日中強い眠気に襲われることがあるため、労働災害や自動車の運転操作ミスによる交通事故につながる。しかし、睡眠中に起こるため、自分では気づきにくく早期発見が難しい。SAS の一般的な検査方法として終夜睡眠ポリグラフ検査（PSG：polysomnography）が用いられる。しかし、これは睡眠時に様々なデータを収集し、そこから診断を行うため、体にいくつものセンサーを取り付けた状態で一晩入院する必要があり、気軽に検査を受けられないため早期発見が難しい。

そこで我々は、入院の必要が無く集団検診にも利用できる覚醒時にスクリーニング検査を行う装置の開発を最終目標として基礎研究を行っている [1-2]。昨年度の研究 [2]では食事と血流量の関係を想定し、積極的に血流量を変化させるために炭酸飲料を摂取させた場合の検討を行った。その結果、炭酸摂取により、疑似いびきの第一フォルマント周波数が、BMI25 未満の被験者では姿勢変化による変動が大きく BMI25 以上の被験者では姿勢変化による変動が小さい傾向が見られた。しかし炭酸摂取後の時間経過による血流量の上昇と下降のタイミングに個人差が大きく、その影響をできるだけ少なくして検討することが望まれた。そこで、本年度は運動により心拍数をコントロールし、血流量を変化させ、その血流量変化が疑似いびき音の第一フォルマント周波数に与える影響を検討した。

2. 理論

2.1 疑似いびき音

本研究では覚醒時にいびき音をまねた音を疑似いびき音と呼ぶ。疑似いびき音とは軟口蓋振動音であり、そのフォルマント周波数の特徴は声道の形状に起因している。同じ声道から発せられた軟口蓋の振動音であれば実際のいびき音と似た特徴を得られるのではないこと考えた。疑似いびき音と実際のいびき音の周波数特性を比較したところ 300Hz 付近に第一フォルマント周波数が双方に現れることが確認されている [1]。この疑似いびき音を診断に応用することができれば通院時や集団検診等で覚醒時に検査でき、SAS 患者の早期発見も見込めるのではないかと考える。

2.2 フォルマント周波数

生体の振動によって生成された音波(咽頭原音)が声道で共振されたパワースペクトル上にいくつかのピークを生じる。この、それぞれのピークをフォルマント周波数と呼ぶ、また、周波数の低いものから順に第一、第二フォルマント周波数と呼ぶ。

2.3 心拍と血流量

これまでの研究 [2]では、炭酸飲料の摂取により血流量の変化を試みた。しかし時間経過による血流量の上昇と下降のタイミングに個人差が大きく、血流量の変化と疑似いびきの関係の検討に必ずしも適するとは言えなかった。ところで、心拍数と血流量には正の相関関係があることがわかっている。そこで今回は、運動により心拍数をコントロールし、血流量を変化させ、姿勢変化による疑似いびき音の第一フォルマント周波数の変化と血流量の関係を検討した。

3. 実験方法

3.1 血流量の計測方法

測定には超音波診断装置を用いた。超音波診断装置（HI VISION Preirus (株)日立）により血流速と血管の直径を計測し、以下の式を用いて血流量を導出した。

$$\text{血流量}[\frac{cm^3}{s}] = (\text{半径}\ 2\times\pi)[cm^2]\times\text{血流速}[\frac{cm}{s}] \quad (1)$$

測定箇所は疑似いびきに関係する声道の近くの右頸動脈とした。手順 [3]としては、まずカラードプラモードにて右頸動脈の位置を特定し、その後ドプラモードにて血流速を、トレースを用いて 2～3 拍動分計測した。その後Mモードに切り替え血管径をキャリパモードにて測定した。測定前に三時間の絶飲食を行った。測定は①運動前の安静時、②運動後、③運動後の安静時の計 3 回行うこととした。

3.2 疑似いびき音の計測とその解析

座位、仰臥位の二つの姿勢で計測を行った。それぞれの姿勢で疑似いびきを三回ずつ発生させた。
又、計測は血流の計測後の計三回行った。計測には

マイクを用いて PC に録音し、MATLAB にて線形予測法を用い、第一フォルマント周波数を得た。

4. 実験結果

全 8 名のデータを計測した。図 1 に血流量の計測の結果を示す。図 2 に運動前の各姿勢での疑似いびきの第一フォルマント周波数を示す。図 3 には運動後すぐの各姿勢での疑似いびき音の第一フォルマント周波数を示す。図 4 には運動後の安静時の各姿勢での疑似いびき音の第一フォルマント周波数を示す。

5. 考察

図 1 より、運動により心拍数がコントロールでき、運動により血流量が増加し、その後安静にすることで、血流量減少するという傾向を得ることができた。図 2、3 より姿勢変化による疑似いびき音の第一フォルマント周波数の変化は血流量が増加しても同様の傾向が得られることが分かった。一方で図 3、4 からは血流量が減少すると、姿勢変化による疑似いびき音の第一フォルマント周波数の変化が運動時に増加していた被験者では、安静後に下降していく傾向が見られた。また反対の傾向も見られたため、血流量が減少すると疑似いびき音の第一フォルマント周波数に逆転現象が生じるのではないかということが考えられる。

飲食後に、疑似いびき音の第一フォルマント周波数の姿勢による変化にばらつきが生じることが分かっている。今回の結果から、個人差により飲食後の血流量が増加、あるいは減少するタイミングが異なるため、その影響によりばらつきが生じたことが推察される。

6. まとめ

血流量と疑似いびき音の第一フォルマント周波数の関係について検討した。その結果、姿勢変化による擬似いびき音の第一フォルマント周波数の変化は、血流量の増加時より、減少時に影響を受ける傾向がある事を確認した。今後はデータ数をより増やし、検証していきたいと考えている。また、血流量の変化が、どの様なメカニズムで姿勢変化による疑似いびき音の第一フォルマント周波数の変化に影響を与えるか検討すると同時に、このことをスクリーニング検査に活用する予定である。

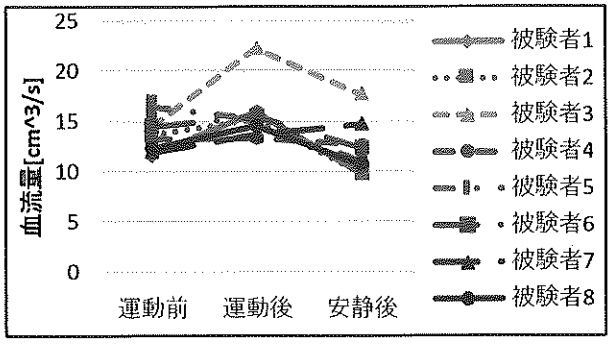


図 1　血流量の変化

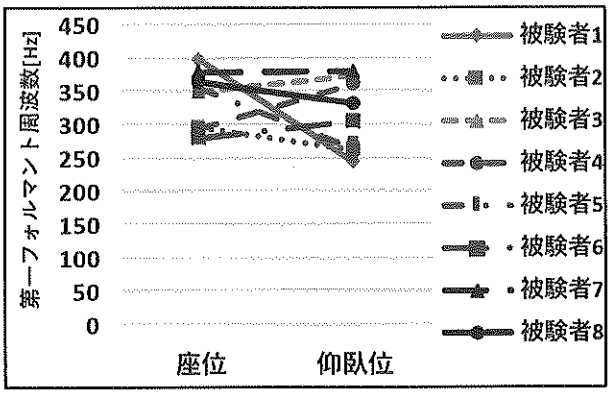


図 2　運動前の第一フォルマント周波数

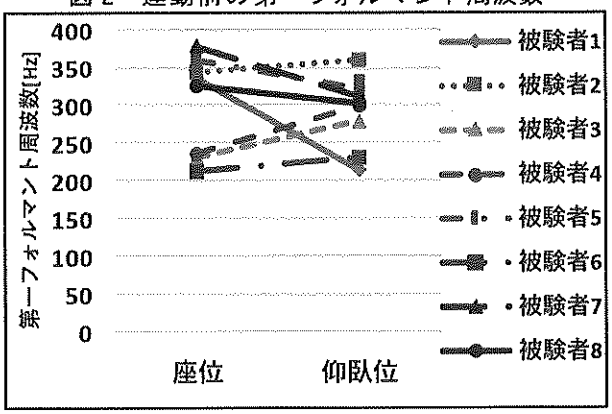
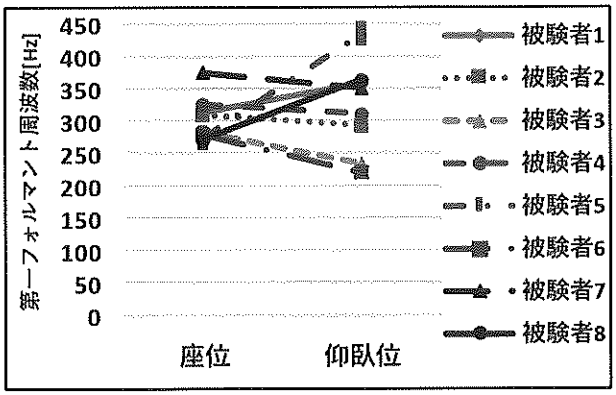


図 3　運動後すぐの第一フォルマント周波数



参考文献

1) 松本遼平他：第 13 回 DSPS 教育会議予稿集, pp13-

2) 平成 27 年度_大柴哲郎 卒業論文

3) HI VISION Preirus ㈱日立、超音波診断装置操作マニュアル

[連絡先]
鈴木 優維
e-mail:yuipinpon@gmail.com

2d1-1

製品に対する見た目と初期操作時の中で起こる印象の変化

○吉田香織*，藤井愛*，鳥居塚崇*
*日本大学生産工学部創生デザイン学科

Changes of Impression for Product in the Appearance, the Initial Operation

Kaori YOSHIDA*, Ai FUJII*, Takashi TORIIZUKA*
*Department of Conceptual Design, College of Industrial Technology, Nihon University

1. 背景および目的

製品開発に関する研究は，ユーザビリティテストを通じた製品使用時における実際の使いやすさに重点が置かれてきた．そのためデザイナーは開発時にインタフェースが理解しやすくなるように，ユーザーのミスが減り安全性が増し，ユーザーの作業効率が向上するような取り組みをしている．しかし技術の進歩で可能になった機能を１つの製品に詰め込むことにより製品の差別化がしばしばされるが，１つ１つの機能が有用であっても詰め込まれすぎることでユーザーにとって複雑で使いにくいものになる（Feature Fatigue）という研究も報告されている．製品の使用前後の期待効用と経験効用（製品評価や満足度）を調べた研究の結果よると，ユーザーは製品の使用前にはユーザビリティよりも性能や美しさを重視し，過度に複雑な製品を選択する傾向が見られる．

現在の製品開発の問題点を挙げると，製品購入時にカタログや店頭での視覚的な印象・情報のみで製品の使いやすさを判断せざるをえない状況があるため，デザイナーの研究・開発の取り組みによる実質的な使いやすさとユーザーが製品購入前に抱く製品に対する印象に差が生じてしまうことである．しかし，製品は視覚的な使いやすさと実質的な使いやすさは同等であるべきだと考えられる一方，その２つの要素を一致させた製品は少ない．そのため，製品購入時に製品の見た目のみで使い勝手や使い心地を判断することは，実際に使い始めてからの印象の差異があった場合，ユーザーの製品に対する満足度の低下やメーカーに対する不信感に繋がる危険性がある．

まずは本研究ではそのような問題点の解決に向けて，製品に対する印象のずれの要因を明らかにすることを目的とした．

2. 実験

2.1 方法

実験は被験者 12 名（男 6 名,女 6 名,大学 3 年 3 名大学 4 年 9 名）で行った．実験には 5 台のコンパクトデジタルカメラ（以下カメラ）を用いて 12 名を 2 つのグループに分け，同一メーカーだが形状や色が異なる A 群と違うメーカーだが似た形状と色の B 群のそれぞれ 3 台を順番を変えて 2 つの群の評価を行った．2 群のどちらにも含まれるカメラが 1 台あり結果に影響する恐れがあったため 2 回の実験は間に 3 日以上あけた．実験ではビデオカメラで被験者の言動と操作をする手元を撮影しプロトコル分析を行った．

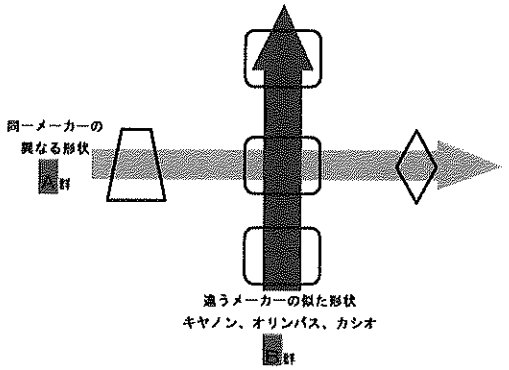


図 1 使用するカメラ

被験者に対しては実験の設定として，カメラは全て同価格であり店舗でカメラを選んでいる設定であることを統一して伝えることで，ただカメラの感想を述べさせるよりも的確な評価を得られるようにした．

2.3 実験 1

実験 1 は 5 分間で 3 台のカメラを回転テーブルに置き，テーブルを被験者が回しながらどこを見て何を考えているか，感じているかを全て発話させた．5 分の観察が終了したら，どのカメラが欲しいかを 1 つ選ばせた．

2.4 実験 2

15 分間で自由にカメラを操作してもらい，被験者には実験 1 と同様に発話させ終了後に欲しいカメラを 1 つ選ばせた．また，カメラの撮影やズーム機能などの操作を促すために実験室内に植物や本，フィギュアを設置した．

3. 分析

被験者の発話を 1 分間ごとに区切り，内容から着目点を判断し話題に上った回数を実験ごとに表とグラフにした．着目点に関しては以下のように 14 項目に設定し，項目ごとに分析した．

3.1 合計回数についての分析

被験者 12 名に着目された場所と回数の合計を表 1 に示した．実験ごとに着目回数が平均を超えた項目は着目回数が多いとみなし網掛で表した．また，表 1 から読み取れたことを表 2 にまとめた．

表 1 着目された合計の回数(回)

	A 見た目	A 初期操作	B 見た目	B 初期操作
ボタン	13	44	25	43
画面	8	43	9	61
色	19	6	20	1
ストラップ	9	3	8	11
グリップ	9	15	8	11
重量・大きさ	9	20	9	9
機能	20	72	9	54
メーカー	4	1	8	2
素材	6	9	12	5
形状	20	16	23	16
ズーム	5	27	3	37
レンズ	16	10	16	19
フラッシュ	0	7	1	11
音	0	4	0	29
平均	9.86	19.79	10.79	22.07

表 2 表 1 から読み取れたこと

	見た目と初期操作時の		特筆事項
	共通点	相違点	
A 異なる形	ボタン，機能	見た目で多い：色，形状，レンズ初期操作で多い：画面，重量・大きさ，ズーム	見た目で判断する時は特に色，形状，レンズに着目していたが，初期操作時には画面，重量，ズームといった見ただけでは分からない項目が重視されていた．
B 似た形	ボタン	見た目で多い：色，素材，形状，レンズ初期操作で多い：画面，機能，ズーム，音	見た目で判断する時は特に色，素材，形状，レンズに着目していたが，初期操作時には画面，機能，ズーム，音といった操作して初めてわかる項目が重視されていた．
特筆事項	ボタンは対象のカメラや見た目，初期操作時も関係なく重視される項目だと分かる．異なる形の場合はボタンに加えて機能が選考基準になっていた．	見た目のみの評価で重要視されていたのは色，形状，レンズだった．対して初期操作時のみで重要なのはボタン，画面，機能，ズームの項目だった．	

3.2 結果及び考察

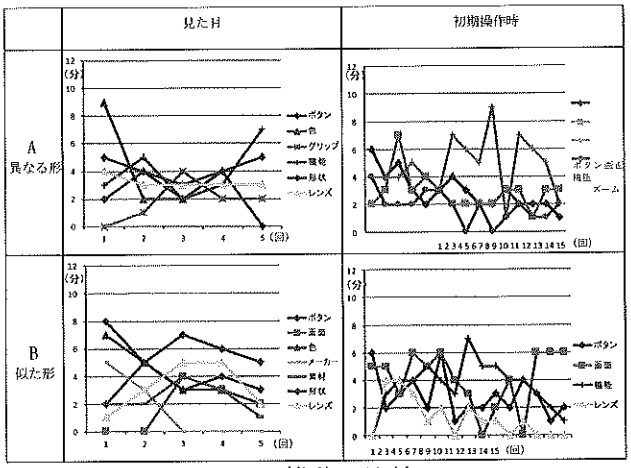
表 1.2 から，カメラを見た目で選ぶ際の基準は共通してボタン，色，形状，レンズで，カメラの形が異なる場合はそれら 4 項目に加えて機能も重視して選ぶ傾向があるといえる．似た形状の場合は本体の素材を重視して選ぶ傾向があるとわかった．対して操作をした上でカメラを選ぶ際に共通して着目されていたのは，ボタン，画面，機能，ズームであった．異なる形と似た形のカメラで違いがあった項目は，重量と音の項目であった．見た目が異なるときには製品の重量について重視されていた．見た目が異なることで実際に持ったときには重さも選ぶ際の検討項目に加わることが言える．見た目が似ている時には起動音，操作音，シャッター音など音についての項目が突出してよく着目されていた．形状が似ている製品を実際に操作して選択する場合には撮影時や操作時に発せられる効果音に着目して選んでいることが言える．

3.3 時間推移と着目点の推移に関する検討

被験者 12 名に対し，時間推移に伴う着目点の変化を計測し 1 分ごとに着目されている項目の推移を明らかにするために発話を 1 分間ごとに区切り，内容から着目点を判断し 1 分間で着目された最大の回数が 4 以上であった項目を抜粋した．それらの時間ごとの推移を図 2 に示した．

3.4 結果及び考察

図 2 の上段より，異なる形のカメラの見た目での



.図 2 推移の比較

着目点は，初めの 1 分間で色が最も着目され，2～5 分目は機能，グリップ，形状，機能の順に着目点が変化した．初期操作時の 15 分間ではボタン，画面，機能の順で変化していた．下段より，似た形のカメラの見た目での着目点は，形状と色，ボタンとレンズの順に変化した．初期操作時はボタン，画面，機能，画面の順で推移していた． 結果より着目点は初めの 1 分間など，どこかで突出して注目される項目と安定して着目され続ける項目があることが分かった．特に，色や形状は製品の第一印象に大きく関わっていることが結果により示された．

4 まとめと展望

ここまでの研究の結果から，似た形の製品を見た目で評価した場合は，製品の素材が重視され，操作時には操作音が重要視されていた．異なる形の製品の見た目を評価した場合には，機能についての言及が多く，操作時には重量・大きさの項目が重視されていた．これによって着目される項目は見た目と初期操作，そして対象物の特徴によって異なり，この着目点の差異が今まで問題視されていた印象のずれだと言うことができる．

また，3.3 の図 のように見た目や初期操作時の評価をしている数分の間であっても着目される部分が顕著に変化していたことからもわかるように，時間推移で着目点が変化していることも分かった．これによって製品の第一印象を左右する要因は色や形状だということも示された． 実験は 5 分間と 15 分間見たり操作をするものだったため，より長期的な印象の変化を測るために，3 日程度ずつ被験者にカメラを持ち歩かせることを予定している．これによって実験 1, 2 では見つからなかったような機能や使いごこちが発見され，新たなデータを得られることが期待できる．

[連絡先]
よしだ かおり
ciko13129@g.nihon-u.ac.jp

2d1-2

内省的デザインが作業意欲向上に与える影響に関する検討

○木村夢菜*，藤井愛*，鳥居塚崇*
*日本大学生産工学部創生デザイン学科

An examination on the influence of introspective design on work motivation improvement

Yumena KIMURA*, Ai FUJII*, Takashi TORIIZUKA*
* Department of Conceptual Design, College of Industrial Technology, Nihon University

1. 背景・目的

嫌な内容の作業でうんざりし，気が乗らず作業場に向かうのも億劫な状況に陥ってしまう問題に対し，作業する際に使う人工物のデザインに焦点を当て，作業意欲向上に与える影響に関して検討した．人工物のデザインに，人は影響を受けると考えられる．特に内省的デザインに着目することで内的に働きかけ，意欲を高めることに繋げられると考えた．そこで内省的デザインが作業意欲に影響を与えているか，また作業意欲の向上にどのような影響を与えるのか，検討した．

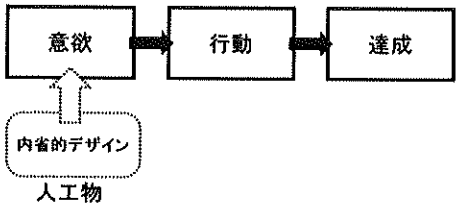


図 1 意欲に対する人工物の役割(仮説)

まず人工物が意欲に影響を与えるのか，調査する必要がある．その上で，意欲を向上させる「楽しさ」，実際に意欲から行動に移す「現実性」，その人工物がなくなったときの「喪失感」といった，意欲向上に繋げるために関連すると考えられる諸要因についても検討する．

2. 実験方法

2-1.実験 1

ブランド，記憶，使用感，面白い見た目，綺麗な見た目の 5 つの特徴のうち，1 つか 2 つ有するペンのシルエットを別々に被験者に見せ，それらの特徴を有するペンを用いるとどのような影響が見られるか，質問紙により評価させた．全部で 14 種類のペンを用意した．内省的デザインの特徴としては，ブランド，記憶の 2 つをあげた．他 3 項目は内省的デザインとの結果と比べるために用意した．具体的な特徴としては，ブランドは有名ブランド「PRADA」のペン，記憶は恋人から貰ったペン，使用感は書き心地の良いペンとした．見た目に関する 2 項目はそのまま用いた．例えば特徴が 1 つのペンの場合は「恋人から貰ったペン」，2 つの場合は「書き心地の良い綺麗な見た目のペン」となる． 評価方法は，意欲，楽しさ，現実性，喪失感に関して，合計 4 つの質問をそれぞれのペンについて，線にプロットする方法で行った．その際，意欲が元々あまりない状況から意欲を向上させることを目的としていることから，以下の状況を想定させた上で行った．

・試験日が 1 週間前に近づいてきている．
・試験で問われる知識は授業等である程度得ているため，今の感触では 6 割はとれるはずである．・点数が 6 割に届かなければ不合格になってしまう．
・現在はギリギリのラインにいるが，なかなか気分が乗らず机に向かうのも億劫である．プロット後，マイナス側にプロットしたものについて，なぜそう判断したかインタビューを行い，ここで状況を想定できていたかの確認も行った．

2-2.実験 2

方法は実験 1 と同様だが，人工物の評価が悪いと，評価が良い時と反対にかえって意欲が低下してしまうか検討するため，更にペンの種類を，各特徴に関し負の特徴を増やし，実験 1 で用いた特徴とそれぞれ組み合わせ，計 15 種類で行った．具体的には，ブランドの負の特徴は「1 本 10 円」，記憶の負の特徴は「近所で手に入れた」，使用感の負の特徴は「使いにくい」，面白い見た目と綺麗な見た目の負の特徴は合わせて「格好悪い」とした．例えば「1 本 10 円だが見た目は面白いペン」となる．

3. 結果

男女計 24 名の被験者(平均年齢 21.79 歳，SD=1.32)で実施した．

3-1.実験 1 の結果

ブランド，使用感，記憶，面白，綺麗の 5 つの項目に関して，意欲が向上するかそれぞれ聞いてみたところ，プロットした位置を 0 から 1 とすると，平均は図 2 のようになった．

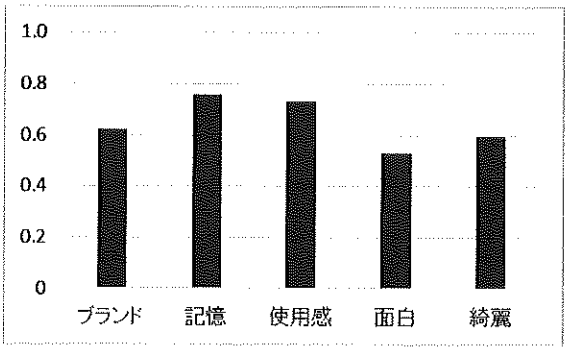


図 2 各データの平均値

記憶と使用感が最も意欲の向上する項目であるという結果となった．また，意欲と楽しさとの関係は r=0.96，現実性との関係は r=0.91，喪失感との関係は r=0.92 となり，いずれとも相関が高かった．

次に意欲に関する質問について，それぞれの項目に他の項目を総当たりで加え，ある項目単独での結果と比べたものを分散分析したところ，表 1 の通りになった．横の項目単独で聞いたときに対し，横の項目に縦の項目が加わることによって，影響が見られるかを検討した．なお表中の◎は $p<0.01$，○は $p<0.05$ で縦の項目だけで聞いたときと比べ有意であり，×は有意でないことを示す．↑は意欲が向上したことを示し，↓は意欲が低下したことを示す．

表 1 意欲に影響を与える人工物の特徴

	ブランド	記憶	使用感	面白	綺麗
ブランド		×	×	×	×
記憶	◎↑		◎↑	×	◎↑
使用感	×	◎↑		○↑	◎↑
面白	×	○↓	×		
綺麗	×	×	○↑		

3-2.実験 2 の結果

表の見方は表 1 同様であり，横の項目単独で聞いたときに対し，横の項目に縦の負の項目が加わることによって，影響が見られるかを検討した．見た目の負の特徴はどの項目と組み合わせても意欲を低下させる．記憶の負の特徴がブランドと組み合わさったときのみ，負の特徴が組み合わさることで意欲が向上した．

表 2 意欲に影響を与える人工物の負の特徴ブランド

	ブランド	記憶	使用感	面白	綺麗
△ブランド		◎↓	×	×	×
△記憶	○↑		○↓	×	×
△使用感	◎↓	×		×	×
△見た目	◎↓	◎↓	◎↓		

4.考察

4-1.実験 1 について

面白い見た目のもの以外は，全て意欲を向上させるはたらきをした．最も意欲を向上させるのは，記憶と使用感に関するものであった． 同じ内省的デザインであるブランドと比べて記憶に関するものの方が高評価だったことについては，ブランドのもつ高級感が影響し，一方記憶に関するものはそれらが少なかったからであると考えられる．使用感より記憶に関するものの方の現実性が少なかったことについては，想定させた状況から，ペンを頻繁に且つ長く使うことをイメージしたことで，より実用的なものを好んだからと考えられる． 他の項目と組み合わせたものに関して，ブランドは何に加わっても影響が見られないが，記憶が加わることにより面白い見た目のもの以外で意欲の向上が見られたのは，ブランドよりも記憶の方が個人の思いが反映しやすく，面白い見た目については勉強をする場面にはそもそも好まないという人が多かったためであると考えられる．使用感の良さが加わったことでも意欲が向上したのは，組み合わせていないものの結果と同様の理由であると考えられる．

4-2.実験 2 について

格好悪い見た目は面白い見た目と同様，気が散り集中できず，どの項目に加わっても意欲が下がったと考えられる．記憶に関係するものであるが，ブランド価値がないものは大切な人から貰ったありがたみが感じられにくいことから，記憶の影響をなくしてしまうと考えられる．ブランドであるが記憶の特徴がないものに関しては，近所で買ったため思い入れがない影響の方が大きく感じられることから，ブランドを使うことの緊張感やもったいなさを少なくできたからだと考えられる．

5.まとめ

ブランドは記憶に比べて意欲は向上しなかったことから，内省的デザインは意欲に影響を与えるが，その捉え方により結果は異なる．同じ内省的デザインでも，価値は認められるが高級でもったいなく感じ，使うのに緊張してしまうブランドより，大切な人から貰った記憶に関するものの方が意欲向上すると考えられる．

今回実験で検討した 5 項目のうち，最も意欲が上がりやすいのは記憶と使用感であり，これらは他の要素と加わることでも意欲を上げた．負の特徴に関しては，格好悪い見た目のものが最も意欲を下げる．しかし見た目の良いものが意欲を上げるというわけではなかった．また，意欲が向上するものは，他の「楽しさ」「現実性」「喪失感」に関しても高い値を示した．

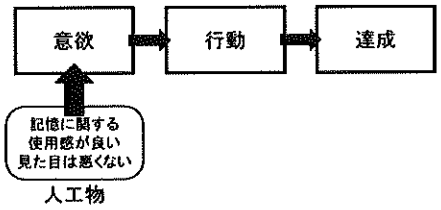


図 3 意欲と人工物との関わり

以上のことから，記憶に関する使用感の良い見た目の悪くない人工物が，最も意欲を向上させやすいのではないかと考えられる．

6. 今後の課題

他の内省的デザインの影響についても検討したい．更に，現段階ではまだペンのシルエットから想像して質問紙に答えているにすぎないため，実際に意欲が湧かない状況を作り各デザインの特徴を有したペンを使う実験も検討し，より実証的なものにしたい．

[連絡先]
きむら ゆめな
e-mail：ciyu13044@g.nihon-u.ac.jp

2d1-3

対象物を考慮した水玉模様のイメージに影響を及ぼす玉の大きさと玉と地の面積比に関する検討

○畠山茜*，藤井愛*，鳥居塚崇*
*日本大学生産工学部創生デザイン学科

An examination on the "mizutama" patterns regarding to designing to the object

Akane HATAKEYAMA*, Ai FUJII*, Takashi TORIIZUKA*
*Department of Conceptual Design, College of Industrial Technology, Nihon University

1.はじめに

ファッションは個々の感性を頼りに着こなしており，柄の一つである水玉模様も通勤服からカジュアル・フォーマル服などあらゆる場面で使用されている．また服だけでなくペンやポーチなど小物の柄としても多く使用されている．その水玉模様だが，これまでにも無彩色の水玉模様のイメージに及ぼす直径と面積比の影響を論じたもの，5色の水玉模様と3種の水玉の大きさを対象に視覚評価を行ったもの，服を対象とした照明下における水玉模様の見え方の変化について論じたものがある．しかし，実際に水玉模様のデザインが施されている対象物は様々であり，例えばネイルの様な小さな対象物や壁紙のような大きな対象物の印象評価は異なるのではないかと考え，対象物を考慮した評価・考察をする．

本研究では，水玉模様の玉の大きさ，面積比，スケールの大きさの観点から，一対比較実験で評価を数値化することで，顧客やデザイナーが要求する印象を呈するデザインを構築して検討することを目的とした．

2.本研究で用いる指標の検討

2.1 目的

水玉と考えられている玉の大きさと面積比を知り，一対比較実験に使用する指標を選定することを目的とした．

2.2 方法

A6の普通紙に水玉の直径が0.1cm,0.2cm,0.4cm,0.8cm,1.6cm,3.2cm,面積比（玉：地）が1:2,1:4,1:8,1:16,1:32,1:64,地の色と玉の色が黒白，白黒の計72種の指標(図1)を21～23歳の男女25名に「水玉と言える」か「水玉と言えない」かに分けてもらった．注意点として「「水玉」以外の言い方が最もふさわしい場合は「水玉」ではありません」と示した．

2.3 結果および考察

「水玉と言える」と評価した割合(%)を図2に示した．黒地，白地共に玉の大きさが大きく，玉と地の面積比が小さいほうが「水玉と言える」と評価した割合が高いが，指標に写る玉が少なくなると「水玉と言えない」と評価した割合が高い．また，玉の大きさが小さいと玉と地の面積比に関わらず「水玉と言えない」と評価した割合が高い．ある程度の玉の大きさと玉と地の面積比が水玉というイメージを持っていると考えられる．

以上の結果より，一対比較実験では黒地と白地の両方で60%以上が「水玉と言える」と評価した，水玉の直径0.4cm,0.8cm,1.6cm，面積比（玉：地）1:4,1:8,1:16の計18種の比率を用いた．

3.本研究で評価する形容詞の検討

3.1 目的

水玉のイメージ調査を行い，一対比較実験に使用する指標を選定することを目的とした．

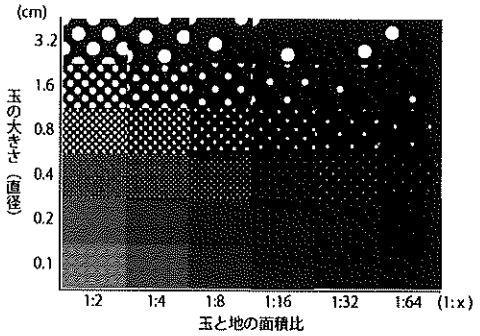


図1　調査で使用した72種の水玉指標(黒地のみ)

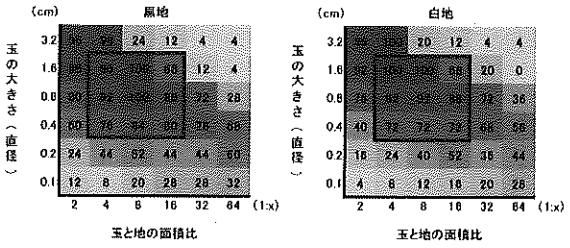


図2　「水玉と言える」と評価した割合(%)

3.2 方法

「水玉模様の(名詞)は(形容詞・形容動詞)だ」という(名詞)(形容詞・形容動詞)の欄を埋める自由記載のアンケートを20～22歳の男女50名に行い，水玉のイメージが強い対象物や形容詞を調査した．3つの回答を求めたため，印象の強さを考慮し，1つ目に回答されたものは3点，2つ目は2点，3つ目は1点とした．

3.3 結果および考察

水玉模様のイメージ調査の結果，上位5項目を図3に示した．「水玉模様の服はかわいい」と回答した数が一番多く，名詞項目，形容詞・形容動詞項目で分けた場合も同じ結果となった．

名詞項目は今後の対象物を考慮した実験に用いようと考えている．一対比較実験では形容詞・形容動詞項目の上位3項目を用いた．

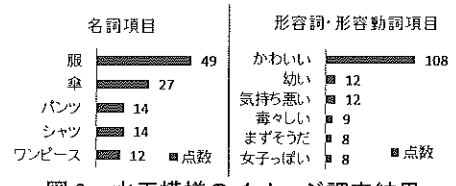


図3　水玉模様のイメージ調査結果

4 一対比較法による検討

4.1 目的

水玉模様の玉の直径，面積比，スケールの大きさの観点

から，その評価を尺度値で示すことを目的とした．

4.2 方法

本研究では先行研究の実験条件と同じ無彩色に限定したが，水玉の大きさと面積比に加え，スケールの大きさを考慮した．日常に多く存在するペンやポーチなどの小物類の大きさを考え，3 インチ，9 インチ，27 インチとした．調査 1，調査 2 で得られた結果より，水玉の直径 0.4cm,0.8cm,1.6cm，面積比（玉：地）1:4,1:8,1:16 の比率を用いた計 18 種の指標を「かわいい」「幼い」「気持ち悪い」の 3 項目で評価する．27 インチディスプレイ（解像度 1920×1080 ピクセル，アンチグレア）に 3 インチ，9 インチ，27 インチの指標を表示させ，実験は各インチ数，各形容詞で行い，2 試料を順番効果のないよう反対のパターンも行う．被験者は 20～22 歳の男女 15 名である．

視聴距離は先行研究を参考にし，ディスプレイの横幅 59.7cm が視角 45°におさまるようディスプレイから 72cm 離れたところで評価させた．153 パターンの一対比較指標を画面に連続で 2 枚表示する．先に表示された画面を「A」，後に表示された画面を「B」とし，A を 1.5 秒間，そのあとすぐに B を 1.5 秒間表示した．そのあとにグレーの画面を 2 秒間表示し，次の A・B が表示する．被験者にはグレーの画面の 2 秒間の間に A・B どちらの水玉指標が『指示した形容詞』か口頭で回答させた．その際 A・B どちらが『指示した形容詞』か判断しにくい場合でも A・B どちらか回答をさせた．分析方法は一対比較の浦の変法を用いた．

4.3 結果および考察

分析結果を図 4，図 5,図 6 に示した．尺度値が高い方が評価されている．「かわいい」の評価において，3 インチと 27 インチを比較すると枠内にある玉の数が影響していると考えられる．実際に玉の数が多いものは 27 インチでは高い評価・順位を得られたが 3 インチでは 27 インチよりも高い評価・順位を得られなかった．反対に玉の数が少ないものは 3 インチでは高い評価・順位を得られたが 27 インチでは 3 インチよりも高い評価・順位を得られなかった．実験終了後，被験者が「対象物が小さく，玉の数が多いと気持ち悪い」と回答していたことからもそのことが言える．「幼い」の評価において，3 インチと 27 インチを比較すると色が影響していると考えられる．実際に白地に黒玉は 27 インチでは高い評価・順位を得られたが 3 インチでは 27 インチよりも高い評価・順位を得られなかった．反対に黒地に白玉は 3 インチでは高い評価・順位を得られたが 27 インチでは 3 インチよりも高い評価・順位を得られなかった．「気持ち悪い」の評価においては，「かわいい」の評価と同様に，枠内にある玉の数が影響していると考えられるが，「かわいい」ほど 3 インチと 27 インチの差は見られず，白地に黒玉のもので特に玉の数が多いものが気持ち悪いと評価された．実験終了後，被験者が「対象物の大きさに関係なく，白地に黒玉や玉の数が多いと気持ち悪い」と回答していたことからもそのことが言える．

上記より，対象物の大きさによって評価が異なることもあれば，評価する形容詞によっては，あまり大きな差はないということが考えられる．

5 今後の展望

実験結果から得られた数値を基に，服や小物など実際の対象物に対しての印象評価を行い，対象物に対して要求する印象を呈する水玉模様を確認できるアプリを提案したいと考えている．

[連絡先]
はたけやま　あかね
e-mail：ciak13102@g.nihon-u.ac.jp

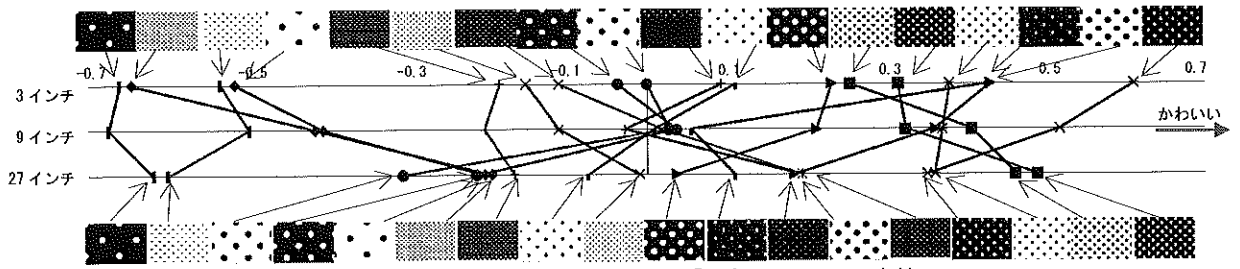


図 4　各インチ数における「かわいい」の尺度値

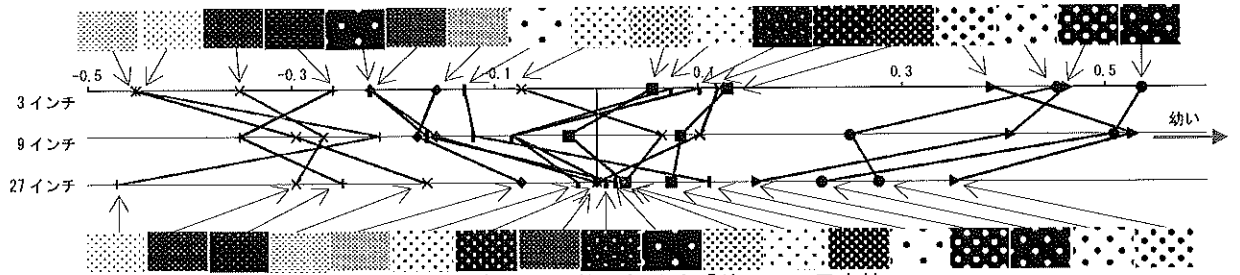


図 5　各インチ数における「幼い」の尺度値

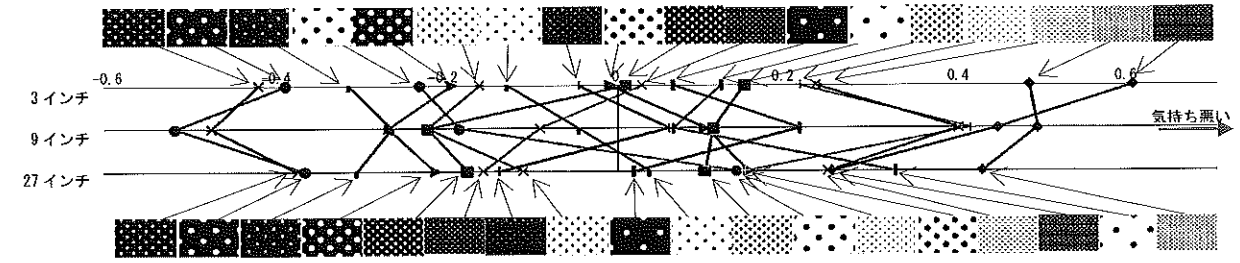


図 6　各インチ数における「気持ち悪い」の尺度値

2d1-4

臨床工学技士の透析装置不具合に対する対処行動

○田中 亮祐*, 鈴木 聡**, 宮坂 武寛* 湘南工科大学工学部人間環境学科*, 神奈川工科大学工学部**

Decision Marking of Clinical Engineer during Troubleshoot Inoperative Dialysis Device

Ryosuke TANAKA*, Satoshi SUZUKI**, Takehiro MIYASAKA*
*SHONAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, **KANAGAWA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

1. 目的

1.1 背景

透析装置は腎不全患者に日常的に使われている。装置不具合の対処は臨床工学技士（技士）が行っているが、技士の対応力には個人差が少なくない。その要因として、装置の自己診断機能の発達や医療機器管理の適正化により、臨床利用中の突発的故障が激減し、装置不具合に対処する機会が激減したことが挙げられる。このため過去を知る経験豊かな技士の方が、高い対応力を有していると思われる。

本研究ではでは意図的に不具合を施した透析装置を技士に対処させ、熟練者と中堅者間での対処プロセスの違いに着目し、対応力に必要な内在知識と、獲得した情報の利用について特徴づけることを目的とした。

2. 実験

2.1 実験機材

あらかじめ不具合が施された透析装置（日機装社製 DCS-27）、アイマークレコーダー（nac 社製 EMR-8B 、以下 EMR ）、視野カメラ（panasonic 社製 HX-A500）、ビデオカメラ（ソニー社製 ハンディカム FDR-AXP35）を用いた。

2.2 被験者

被験者は都内の大学病院に勤務する透析を主たる業務とした技士 A（経験 26 年）、技士 B （経験 6 年）、技士 C（経験 4 年）であり、3 名とも透析技術認定士の学会認定を受け、透析装置メーカーの研修会も受講済みである。

2.3 実験方法

透析装置を起動させる際の自己診断中に、以下の 2 種の不具合が生じ、警報を報知するように仕掛けた。① 脱気ポンプ・ロック警報、②SV41 テスト不合格。被験者には不具合を見つけて対処するように教示し、必要な工具類を用意した環境を与えた。この際 EMR と視野カメラを装着し、ビデオカメラで撮影した。同時に極力思考内容について発話させた。不具合① は脱気ポンプ電源カプラを通電しない程度に緩めること、②は SV41 横のエアフィルタを詰まらせることによって、それぞれの不具合を発生させた。

3 分析方法

EMR とバーバルプロトコルのデータを基本にタイムライン分析を行った。

4.結果

4.1 全体行動

各技士の全体的なパフォーマンスを表 1 に示す。

表 1 技士の行動

不具合		技士 A	技士 B	技士 C
脱気ポンプ	脱気ポンプの不具合は対処できたか。	○	○	○
	不具合を探索する際にメッセージの詳細画面を表示して読んだか。	×	○	×
	詮索する際、電圧画面を見たか。	×	○	×
	最初の画面で一瞬出るメッセージを被験者が見ていたか。	○	○	○
	最初の一瞬出るメッセージで被験者が理解でいたか。	○	×	○
	脱気ポンプ単体で再度テストをしたか。	×	○	×
	脱気ポンプを解体したか。	×	○	×
	判断を誤らずに対処を行えたか。	○	×	○
	すでにコネクタが外れている不具合を経験していたか。	○	×	○
SV41	SV41 の不具合は対処できたか。	○	×	×
	対処する際間違った対処をしたか。	×	○	○
	SV41 の場所は知っていたか？	×	×	×
	不具合が発生する前に予測ができたか。	○	○	×
	不具合が発生した時点で SV41 の場所を見つけたか。	○	○	×
	液の流路画面を開いていたか。	○	○	×
	液の流路画面で液圧や SV41 を見ていたか。	○	○	×
	電圧画面を開き不具合の詮索をしたか。	×	○	×
	SV41 のどこに不具合があるかを確かめたか。	○	○	×

不具合① は最終的に全員が解決に至ったが、② は技士 A のみであった。

4.2 脱気ポンプ不具合

不具合① への対処中に注視した領域について図 1 および図 2 に記した。

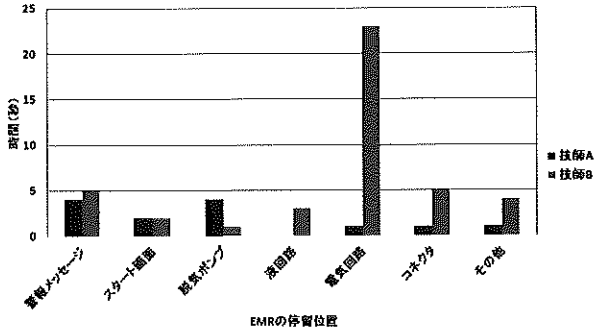


図 1 技士 A,C の注視位置

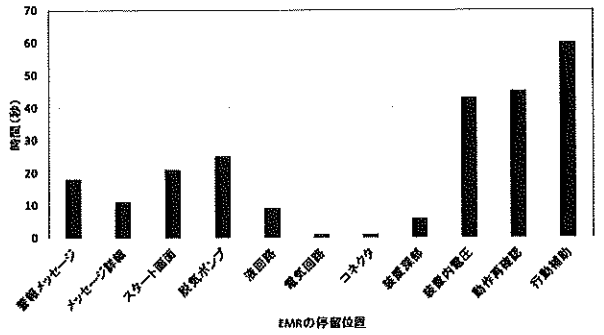


図 2 技士 B の注視位置

技士 A と技士 C はこの不具合① への対処経験があり、即時に対処することができた。一方技士 B は対処経験がなく、装置のメッセージに従いポンプ本体の故障を疑ったが、ポンプを外す途中で正しい不具合箇所を見つけた。

4.3 SV41 不具合

SV41 不具合に対処した時の各技士の EMR による注視位置を図 3 および図 4 に記した。

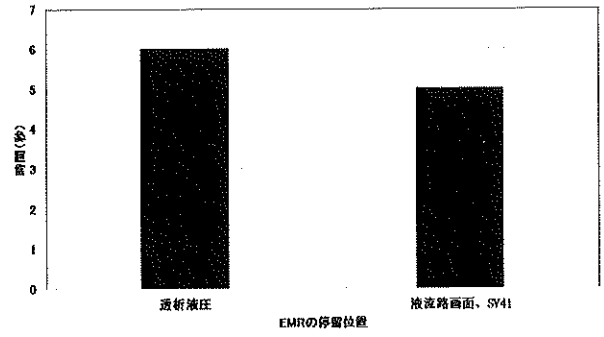


図 3、SV41 不具合時の技士 A の注視位置

技士 A は 2 つの領域を注視しただけで異常個所を判断し対処行動を行っている。

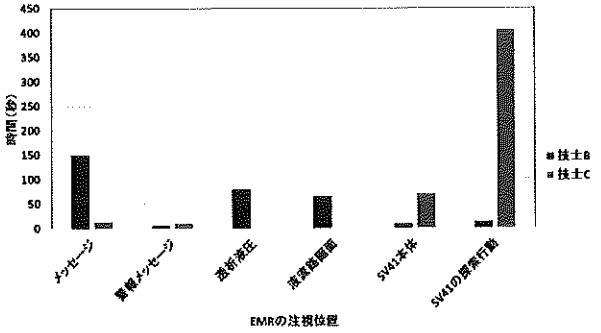


図 4、SV41 不具合時の技士 B,C の注視位置

技士 B は透析液圧や液流路を見たことにより、警報報知前に異常があることに気付いた。一方技士 C は警報報知された後に異常を理解した。いずれも報知前に SV41 のフィルタに異常があることは同定できず、報知後も解決には至っていない。

5 考察

技士に 2 のタスクを課した結果、熟練者と考えられる技士 A は透析装置の自己診断の順序やその途中における各部の電圧値、透析液圧の正常値を把握していた。そのため警報報知や警報メッセージが表示される前に異常だと判断し、対処のための方略立てを始めており、速やかに適切な対処により解決に至っていた。中堅者と思われる技士 B は適切な不具合探索を行うものの、自己診断の正確なプロセスは把握しておらず、不具合箇所の絞り込みに時間を要し不具合箇所を同定しきれないまま行動を先行させる（とりあえず分解してみる）場面が見られた。技士 C は経験を有する不具合は解決できたものの、警報報知前に不具合箇所を同定するには至っていない。これらのことから、対処経験の有無や装置特有の設計（即ち自己診断中の各プロセスにおいて、どの部分がどのような状態であるべきか）に対する理解度が、不具合探索の方略立てに深く関与していると考えられた。

6 結論

臨床工学技士は単なる治療上の装置操作だけではなく、自己診断中の装置内部のステータスについて、定量的に把握しておくことが必要と思われる。これが不具合対処行動を速やかで適切なものにする。

7 参考文献

1) 篠田俊雄,秋澤忠男,他：平成 25 年度日本透析医会透析医療事故調査報告,日本透析医会雑誌,31(1),72-89,2016

～実行委員会～

高崎経済大学
大会長　　久宗　周二
事務局長　中山　光成

スタッフ
阿部　英喜
阿部　力哉
粟野　湧大
飯塚　拓弥
五十嵐　輝
大井　晴貴
鎌田　靖也
北山　拓海
塩澤　なつみ
島田　徹也
神保　万輝
原田　勇輝
樋口　優輝
深田　千尋
伏見　祐輔
石過　真由
岡田　美祐
金村　愛美
金田　悠里
菊地　孝仁
桑原　一貴
越川　華帆
小山　裕司
鈴木　啓太
高木　堤一
塚越　実咲
栃木　敦史
中川　知哉
深作　颯
丸山　梨紗
宮田　比紗子
吉澤　建人
阿弥　伶奈
新井　諒
石井　星也
大嶋　詩織
尾花　美月
各務　安以
川島　康暉
小谷　郁乃
志村　辰徳
鈴木　菜生
鳥谷部　楓佳
室井　望
山口　奈々江
山﨑　俊輔
山ノ内　啓太
山本　晴陽
渡部　卓
久宗　航太

東京都立産業技術高専
関東支部長　三林　洋介